Р1391

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

IX Всесоюзный
электротехнический
съезд
1927 год

Р.1391

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила безопасности и правила устройства для электротехнических сооружений сильных токов низкого и высокого напряжения. *)

### I. Общее положение.

§ 1. Настоящие правила заключают общие руководящие положения для обеспечения личной, имущественной и общественной безопасности при устройстве и содержании электротехнических сооружений.

Правила эти распространяются на все электротехнические устройства сильных токов низкого и высокого напряжения, за исключением опытных устройств в лабораториях и испытательных станциях. Для электрохимических и электрометаллургических установок, положенных в земле кабельных сетей, электрических железных дорог, подъемных механизмов, подвижных устройств, в том числе установок на судах и в поездах, электрических устройств на рудниках, на нефтяных промыслах, в театрах и кинематографах обязательны дополнительные, специальные правила.

58040
ЭСТ

### II. Определения.

§ 2. К устройствам низкого напряжения относятся те устройства сильных токов, в которых действующее напряжение в месте потребления между любыми проводами не превосходит 250 V, а также многопроводные системы с напряжением в 250 V между любым проводом и нулевым проводом лишь в том случае, если нулевой провод заземлен. Все остальные устройства относятся к устройствам высокого напряжения. Для аккумуляторов определяющим напряжением является напряжение в начале разряда.

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

§ 3. Огнестойким считается такой предмет, который нельзя зажечь или обуглить или который, будучи зажжен, не продолжает самостоятельно гореть или тлеть.

§ 4. Теплостойким считается такой предмет, который при наивысшей встречающейся в условиях эксплоатации температуре не претерпевает изменений, препятствующих его применению.

§ 5. Сыростестойким считается такой предмет, который под действием влажности не претерпевает изменений, препятствующих его применению.

§ 6. Воздушными линейными проводами считаются надземные провода, проложенные на опорах вне зданий и не имеющие металлического или общего прочного защитного покрытия, включая отходящие от надземных проводов ответвления для ввода в здания.

§ 7. Наружные устройства. К наружным устройствам относятся устройства на наружных местах зданий в садах, скверах, во дворах, на постройках, в сельскохозяйственных владениях, рекламные вывески на зданиях и тому подобные устройства. Наружные провода, имеющие точки опоры на расстоянии более 20 m, рассматриваются как воздушные провода.

§ 8. Электромашинными помещениями называются помещения, предназначенные для установки действующих электрических машин и аппаратов для производства или преобразования электрической энергии и доступные, вообще, лишь для обслуживающего персонала.

§ 9. Замкнутыми электромашинными помещениями называются такие помещения, в которые лишь временно заходит соответственно инструктированный персонал; в остальное же время эти помещения находятся под запором, который вправе открывать лишь уполномоченные на то лица. Примером такого рода помещений могут служить трансформаторные будки или помещения за распредительными щитами центральных электрических станций, если они на запоре.

§ 10. Мастерскими называются такие помещения, в которых, в противоположность электромашинным помещениям, нормально выполняются работы, не относящиеся непосредственно к производству электрической энергии и которые потому доступны также не специально обученному персоналу.

§ 11. Сырыми помещениями считаются такие помещения, в которых, при нормальном использовании их, влажность временно может повышаться до насыщения, напр., при резких изменениях температуры или при выделении большого количества паров.

§ 12. Особо сырыми помещениями считаются такие помещения, в которых воздух постоянно насыщен водяными парами, стены, пол, потолок и все находящиеся в помещении предметы постоянно покрыты влагой.

§ 13. Помещениями с проводящей пылью называются помещения с обильным содержанием в воздухе металлической или иной проводящей пыли, препятствующей поддержанию сопротивления изоляции на надлежащей высоте.

§ 14. Жаркими помещениями называются помещения с температурой, вызывающей обильное выделение влаги на теле человека, вследствие чего опасность от прикосновения значительно увеличивается.

§ 15. Помещения с едкими парами. Под это определение подходят помещения, в которых появляются пары и отложения, могущие влиять разрушительным образом на обычно употребляемые при элелектрических устройствах материалы, вследствие чего является необходимость применять особые меры для защиты электрического устройства.

§ 16. Помещения, опасные в пожарном отношении. Под помещениями, опасными в пожарном отношении, понимаются такие, в которых обрабатываются или хранятся легко воспламеняющиеся предметы, и в которых по условиям производства могут образоваться легко воспламеняющиеся газы, пары, пыль и волокна.

§ 17. Помещения, опасные по отношению к взрывам. Опасными по отношению ко взрывам помещениями считаются такие, в которых изготовляются, обрабатываются или хранятся взрывчатые вещества, или в которых по имеющемуся опыту могут образоваться взрывчатые газы, пары, пыль или смеси их с воздухом.

§ 18. Временные устройства. Временными устройствами называются устройства при разного рода постройках и работах, носящих временный характер.

## III. Общие меры безопасности.

### A. Состояние изоляции.

§ 19. Состояние изоляции каждого устройства (см. § 1) должно соответствовать условиям эксплоатации, обеспечиваться конструкцией и качеством частей и удовлетворять следующим требованиям.

а) Измерение сопротивления изоляции следует производить по возможности при напряжении, равном рабочему напряжению, и во всяком случае при напряжении не менее 100 V.

б) При этих измерениях следует определять сопротивление изоляции не только между проводами и землей, но также и между каждыми двумя проводами разного потенциала; при этом все лампы, электродвигатели и прочие приемники тока, а также трансформаторы должны быть отделены от проводов, а все арматуры должны быть, наоборот, присоединены и все плавкие части предохранителей вставлены, а выключатели замкнуты. Цепи с последовательным включением приборов при измерении изоляции, однако, должны быь размыкаемы лишь в одном месте, по возможности близко к середине. При таких условиях сопротивление изоляции должно удовлетворять приведенным в пункте г) требованиям.

в) При измерении изоляции относительно земли помощью постоянного тока следует, по возможности, соединять отрицательный полюс источника тока с испытуемым проводом, а самое измерение следует начинать лишь после того, как провод будет находиться под напряжением в течение двух минут.

Измерение изоляции помощью переменного тока может производиться лишь в том случае, если емкость устройства не может существенно влиять на результаты измерений.

г) Состояние изоляции установки, за исключением тех частей, которые имеются в виду ниже в пункте д), должно быть таково, чтобы утечка тока на любом участке между двумя предохранителями или за последним предохранителем при рабочем напряжении не превышала 1 mA, т.-е. сопротивление изоляции такого участка должно быть не менее 1 000 Ω, умноженных на число вольт рабочего напряжения (напр. 220 000 Ω при 220 V рабочего напряжения). Эти нормы сопротивления изоляции не относятся к машинам, трансформаторам и аккумуляторам.

д) Воздушные провода, наружные устройства и части устройств расположенные в сырых помещениях, напр., на пивоваренных заводах, красильных фабриках, кожевенных заводах и т. п., могут не удовлетворять требованиям пункта г) настоящего параграфа. В случае, если в устройстве есть участки сети проводов, расположенные в сырых помещениях, то при измерениях согласно пп. б) и в) такие помещения должны быть включены, а остальные участки сети проводов должны удовлетворять требованиям п. г). (См. также гл. X, отд. Г и Д).

е) Лакировка и эмалировка металлических частей не считается изоляцией в смысле защиты от прикосновения.

Такие материалы, как дерево и фибра, могут быть применяемы в качестве изолирующих веществ только в масле и притом только пропитанными соответствующим изолирующим составом. Неполированная поверхность каменной плиты должна быть защищена против сырости соответствующей окраской.

Изолирующим частям следует придавать такую форму и такие размеры, чтобы при нормальных условиях не могло происходить значительной утечки тока по поверхности.

## В. Защита от прикосновения. Заземление.

§ 20. Должны быть приняты меры против прикосновения к расположенным на доступной высоте частям устройств, находящимся под напряжением и не покрытым изоляцией (исключение см. §§ 155, 156 и 157). Это требование в отношении устройств с напряжением до 40 V вообще не обязательно.

§ 21. При высоком напряжении требование § 20 относится также и к частям устройства, покрытым изоляцией. (Исключение см. §§ 156 и 161).

§ 22. Все подверженные случайным прикосновениям металлические части, расположенные вблизи частей, находящихся под высоким напряжением и могущие оказаться под таковым, должны быть электрически надежно соединены между собой и заземлены, если в настоящих правилах не сделано исключений или не указано определенно, что они должны быть изолированы.

В устройствах низкого напряжения в тех местах, где имеется налицо особая опасность, металлические части, не относящиеся к электрической цепи, но являющиеся составной частью электри-

ческого устройства и расположенные вблизи электрических цепей или могущие с последним притти в прикосновение, должны быть заземлены. Если в практически доступном расстоянии имеется заземленный нулевой провод, то последним можно воспользоваться для этой цели.

а) К частям, могущим оказаться под напряжением в первую очередь, относятся корпуса машин, рамы и каркасы распределительных щитов, кожухи распределительных колонн, трансформаторов и измерительных приборов, арматура кабелей, металлические защитные трубы, металлические оболочки проводов и т. п.

Настоятельно также рекомендуется при напряжении свыше 250 V заземлять все вспомогательные металлические части электрического устройства, а также и части здания (напр. фермы, колонны, трубопроводы и т. п.), если есть основание предполагать, что эти части могут случайно оказаться под напряжением.

б) Заземление, т. е. надежное электрическое соединение с землей, должно быть устроено так, чтобы вокруг заземленного предмета было создано отвечающее местным условиям возможно безопасное постепенное падение напряжения. Равноценным заземлению считается соединение с заземленной нулевой точкой.

Заземление должно быть выполнено согласно «Руководящим указаниям по устройству заземлений в установках высокого напряжения».

В качестве заземляющих электродов могут служить металлические пластины, трубы, решетки, рельсы и т. п.

в) Сечение заземляющих проводов должно быть соразмерено с ожидаемой силой проходящих по ним токов.

В электромашинных помещениях сечение главных заземляющих проводов должно быть: для проводов из меди не более 50 $mm^2$ для проводов из освинцованного или оцинкованного железа не более 100 $mm^2$, но для меди не менее 16 $mm^2$. Для ответвлений от главного заземляющего провода длиною не более 5 m считается достаточным сечение медного провода в 16 $mm^2$. В прочих помещениях сечение голых неподвижно проложенных заземляющих проводов должно быть не менее 4 $mm^2$.

г) Все соединения в заземляющем проводе должны быть выполнены посредством свинчивания, сваривания или склеивания.

Заземляющие провода должны прокладываться по возможности открыто и защищены своим расположением от механических и химических повреждений; места присоединения должны быть доступны для проверки.

д) Все изменяющие провода высокого напряжения, находящиеся в одном здании должны быть электрически соединены между собою. Требование это в одинаковой мере относится и ко всем заземляющим проводам низкого напряжения, с тем, однако, условием, чтобы расстояние между заземляющими электродами высокого и низкого напряжений было не менее 20 m.

### B. Защита от перенапряжения.

§ 23. а) Должны быть приняты меры, имеющие целью предотвратить появление в цепях недопустимых по условиям эксплоатации высоких напряжений.

Меры против появления высокого напряжения должны выбираться в соответствии с характером и размером устройства, с местными и климатическими условиями. В зависимости от условий к таким мерам относятся: технически правильное выполнение изоляции у трансформаторов машин, проводов, распределительных устройств и их аппаратов, применение реактивных катушек, конденсаторов, разрядников, заземление соответствующих частей, применение заземляющих проводов, заземляющих сопротивлений, заземляющих катушек, гасительных трансформаторов, ступенчатых и автоматических выключателей. Выбор мероприятий из числа вышеуказанных надлежит производить согласно «Руководящих указаний для защиты электрических установок от перенапряжений».

б) Для защиты сетей низкого напряжения от перехода в них высокого напряжения в результате повреждений внутри трансформаторов, должно применяться заземление нейтральных точек непосредственное, либо через пробивные предохранители. При недоступной нейтральной точке допускается заземление через пробивной предохранитель хотя бы одного из фазных проводов.

## IV. Электрические машины.

§ 24. При установке электрических машин должны быть приняты меры, чтобы во время работы случайное образование искр

или вольтовой дуги не могло вызвать воспламенения или тления находящихся вблизи горючих предметов.

а) Установка электрических машин в помещениях, опасных по отношению к пожарам и взрывам, как общее правило, не допускается и производится лишь в исключительных случаях с соблюдением специальных правил (§§ 192, 193 и 197).

б) Вблизи машин не должны находиться мелкие хорошо проводящие ток предметы, как инструменты и изделия из металла, а равно и металлические стружки, опилки и т. п., которые при случайном попадании на зажимы, коллекторы или другие неизолированные части могут вызвать короткое замыкание и послужить поводом к возникновению пожара.

§ 25. Находящиеся под напряжением не покрытые изоляцией части машин, равно как относящиеся к ним провода должны быть недоступны для прикосновения (Исключение см. §§ 155, 157 и 171). При высоком напряжении должны быть защищены от случайного прикосновения также и части, покрытые изоляцией.

Кожухи, устраиваемые для защиты от прикосновения над машинами и трансформаторами, должны быть изготовлены из огнестойкого материала (см. § 21) и так сконструированы и соразмерены, чтобы не было затруднено охлаждение.

§ 26. При высоком напряжении корпуса электрических машин должны быть надежно заземлены.

§ 27. Наружные находящиеся под напряжением части машин должны быть укреплены на изолирующих—огнестойких основаниях.

§ 28. Электрические машины должны быть снабжены щитком с указанием данных, требуемых согласно §§ 52. «Норм для испытания электрических машин и трансформаторов».

## V. Трансформаторы.

§ 29. Трансформаторы высокого напряжения должны быть либо помещены в заземленные защитные металлические кожухи или защищены от прикосновения к ним прочным и несгораемым сплошным ограждением. Настоящее правило не распространяется на трансформаторы в замкнутых электромашинных помещениях, а также на трансформаторы, доступные лишь при помощи особых приспособлений.

а) Трансформаторы без кожухов и трансформаторы с защитными незаземленными кожухами, а также неогражденные могут устанавливаться лишь в замкнутых электромашинных помещениях или в недоступных местах, как, например, масляный трансформатор на столбах воздушной линии.

б) Трансформаторы кабельной сети устанавливаются в подземных или надземных будках или в железных заземленных кожухах. Будки и защитные кожухи трансформаторов должны быть вентилируемы или должны иметь такие размеры, чтобы не затруднялось охлаждение трансформаторов.

§ 30. Трансформаторы должны устанавливаться в таких помещениях, чтобы в случае воспламенения трансформатора не могли загореться окружающие предметы или части зданий.

§ 31. У каждого трансформатора высокого напряжения, не имеющего заземленного по условиям эксплоатации корпуса, должны быть установлены приспособления, дающие возможность безопасно производить заземление его корпуса или же выключать его первичную и вторичною обмотки.

§ 32. Находящиеся под напряжением непокрытые изоляцией части трансформаторов, установленные вне электромашинных помещений, равно как и относящиеся к ним провода должны быть недоступны для прикосновения.

При высоком напряжении должны быть защищены от прикосновения также и части, покрытые изоляцией.

§ 33. Наружные, находящиеся под напряжением части трансформаторов должны быть укреплены на огнестойких основаниях.

§ 34. Трансформаторы должны быть снабжены щитком с указанием данных, требуемых «Нормами для испытания электрических машин и трансформаторов».

## IV. Аккумуляторы.

§ 35. Отдельные элементы должны быть электрически изолированы от стелажей, а равно эти последние от земли посредством сыростестойких подкладок.

§ 36. При высоком напряжении для обслуживания батарей должны быть в аккумуляторном помещении предусмотрены изолирующие мостки.

Батареи должны быть так расположены, чтобы при их обслуживании была устранена возможность одновременного случайного прикосновения к точкам, между которыми имеется напряжение выше 250 V.

Батареи, напряжение которых по отношению к земле достигает 1000 V и более, рекомендуется делить на выключаемые группы с напряжением не выше 250 V.

§ 37. Аккумуляторы в целлулоидных ящиках для устройства стационарных батарей не допускаются.

§ 38. При всякой стационарной аккумуляторной батарее должна иметься таблица с указанием числа элементов, напряжения и максимальной силы зарядного тока, равно как с указанием максимального напряжения, силы тока и емкости при разряде в течение трех и пяти часов.

## VII. Главные и вторичные распределительные щиты и устройства.

§ 39. Распределительные щиты и устройства должны быть сделаны из огнестойких материалов. Применение дерева допускается только для рам и перил. Исключение допускается только для временных устройств (§ 210).

При применении дерева для обрамления, перил, защитных коробок и т. п. частей, которые непосредственно к распределительным щитам не относятся, дерево должно быть удалено на такое расстояние от токоведущих частей, чтобы оно не могло воспламениться или явиться причиной нарушений в действии электрического устройства.

§ 40. Выключатели и все приборы, предназначенные для прерывания тока, должны быть легко доступны и так расположены, чтобы случайное, вызываемое, однако, условиями работы, образование искр или вольтовой дуги не могло причинить вреда обслуживающему персоналу, воспламенить соседние предметы или произвести короткое замыкание или соединение с землей.

§ 41. Для наблюдения за показаниями и действием приборов, распределительные щиты и устройства должны быть надлежащим образом освещены.

§ 42. На распределительных щитах и распределительных устройствах все части, находящиеся под напряжением по отно-

шению к земле, должны быть сделаны недоступными; доступные же, но не находящиеся под напряжением металлические части приборов и корпусов при высоком напряжении должны быть заземлены, и если пол вблизи них представляет собою проводник, то они должны быть соединены с ним металлическим проводником.

Требования этого параграфа распространяются и на обратную сторону щита, если последняя вообще доступна. Отступления от требований этого параграфа допускаются для электромашинных помещений (см. §§ 155, 157, 161 и 171).

В случае заземления защитных кожухов и т. п. токоведущие части должны быть особенно тщательно изолированы от кожухов и металлических корпусов.

§ 43. Главные и вторичные распределительные щиты и устройства, которые требуют обслуживания с задней стороны, должны быть обеспечены проходом, достаточным по высоте и ширине.

В проходах не должны находиться предметы, которые могли бы стеснять свободу движения.

Расстояние между незащищенными токоведущими частями и противоположной стеной считается достаточным в 1 m при низком напряжении. При высоком напряжении до 6 600 V включительно, это расстояние должно быть не менее 1,5 m; при более высоком напряжении расстояние это увеличивается на двойной искровой промежуток, соответствующий применяемому напряжению.

Если с обеих сторон на доступной высоте имеются голые незащищенные части, то горизонтальное расстояние между ними должно быть не менее 2 m.

В полученном таким образом проходе до высоты 2 m от пола не должно находиться ни токоведущих частей, ни каких-либо предметов, стесняющих свободное движение.

В проходах части, находящиеся под высоким напряжением, должны быть защищены, если они находятся на высоте менее $2^1/_2$ m.

§ 44. Скрещение токоведущих частей на распределительных щитах должно быть, по возможности, избегаемо. Если же таковое неизбежно, то токоведущие части должны быть изолированы друг от друга или укреплены таким образом, чтобы соприкасание их представлялось невозможным.

Достаточной изоляцией могут служить надвинутые и затем укрепленные изолирующие трубки, толщина стенок которых и качество материала находится в соответствии с рабочим напряжением.

Токоведущие части должны быть соответствующим образом укреплены во избежание касания их между собою от сотрясений, а также от взаимодействия проходящих токов и прогибания токоведущих частей от нагревания.

§ 45. Распределительные щиты, недоступные с задней стороны, должны быть так устроены, чтобы возможно было проверить места присоединения проводов.

а) В распределительных щитах, недоступных с задней стороны, присоединение проводов должно происходить после укрепления щита на месте. Самые присоединения должны быть вполне доступны для осмотра и отсоединения с лицевой стороны. Токоведущие части, расположенные с задней стороны, должны быть или хорошо изолированы, или удалены от стен и проходящих мимо металлических труб или трубчатых проводов не менее чем на 1,5 cm.

б) Допускаются распределительные щиты, которые для осмотра могут быть выдвинуты из своего рабочего положения или повернуты как дверцы, а также щиты, токоведущие части которых укреплены и соединены между собою на задней стороне доски, если только нет надобности в доступе к ним во время обслуживания, при условии, чтобы зажимы входящих проводов были доступны, или чтобы щиток можно было снять для контроля его задней стороны ее.

в) Вне электромашинных помещений распределительные щиты, недоступные с задней стороны, должны быть посредством обрамления или иным способом так защищены, чтобы на находящиеся под напряжением части не могли попадать посторонние предметы.

§ 46. Всякое распределительное устройство должно быть снабжено указаниями для отдельных цепей, разъясняющими назначение присоединенных проводов с относящимися к ним выключателями, предохранителями, измерительными приборами и пр.

а) В распределительных устройствах, доступных для обслуживания с задней стороны, следует полярность и фазы токоведущих частей делать легко распознаваемыми по окраске или каким-либо другим способом.

б) В распределительных устройствах, предназначенных для токов различного рода и напряжения, для каждого рода тока и напряжения должны быть предусмотрены особые, соответственно обозначенные щиты, или же должны быть приняты меры к легкому распознаванию частей, относящихся к токам различного рода или напряжения.

## VIII. Приборы [1]).

### А. Общие требования.

§ 47. Приборы должны быть так устроены, чтобы при наибольшем рабочем токе они не могли нагреваться до температуры, нарушающей их правильное действие или опасной для находящихся вблизи предметов.

Внешние токоведущие части приборов равно как и внутренние части должны быть расположены на огнестойких, теплостойких и сыростестойких основаниях. Защитные покрытия должны быть достаточно прочны в механическом отношении и надежно укреплены. Покрытия из изолирующего материала, приходящие во время работы прибора в соприкосновение с вольтовой дугой, должны быть также огнестойкими.

§ 48. Приборы должны быть сконструированы и установлены таким образом, чтобы вызываемое условиями работы образование искр или вольтовой дуги не могло причинить вреда обслуживающему персоналу, воспламенить соседние предметы и произвести короткое замыкание или соединение с землей.

Части приборов, находящиеся под напряжением по отношению к земле, должны быть предохранены от случайного прикосновения к ним.

§ 49. Приборы должны быть так сконструированы и установлены, чтобы места присоединения для приключенных к ним проводов были достаточно удалены от ближайших частей здания, других проводов и проч.

§ 50. Соединение приборов с проводами должно быть достаточно надежно, не вызывать опасных местных нагреваний и находиться на достаточном расстоянии от стен.

---

[1]) См. Нормы для конструирования и испытания установочного материала. Временные Технические Условия для электрических измерительных приборов. Правила устройства и испытания электрических нагревательных прибо ов.

Соединение приборов с проводами должно производиться посредством винтов или иным одинаково надежным способом. Шнуры и многопроволочные провода до 6 $mm^2$ и сплошные провода до 10 $mm^2$ сечения меди могут быть присоединены к приборам посредством загнутого в виде ушка конца. Многопроволочные провода свыше 6 $mm^2$ и сплошные провода свыше 10 $mm^2$ сечения меди должны быть снабжены кабельными наконечниками. При шнурах и многопроволочных проводах всякого рода следует отдельные проволоки каждого провода спаивать на концах между собою, если они не снабжаются кабельными наконечниками или иными соединительными частями.

§ 51. Рукоятки, маховички для управления и пр. могут быть из изолирующих материалов или из металла. В последнем случае должен быть принят во внимание § 22 («Защита от прикосновения»). При напряжении до 1 000 V металлические рукоятки, маховички для управления и пр., покрытые сплошным изолирующим слоем, могут быть незаземлены.

При напряжениях свыше 1 000 V, изолирующие рукоятки (состоящие целиком из изолирующего материала или только покрытые таковым) должны быть так устроены, чтобы между лицом, пользующимся рукояткой, и между токоведущими частями прибора имелось заземленное место. Шесты для выключения разъединителей, состоящие целиком из изолирующего материала, могут не удовлетворять этому требованию.

§ 52. Все винты, служащие для контактов, должны иметь металлическую резьбу.

## Б. Измерительные приборы.

§ 53. Измерительные приборы высокого напряжения должны иметь оправы, заземленные или надежно изолированные от рабочего напряжения, или же приборы должны быть защищены покрытиями или установлены за стеклом таким образом, чтобы и оправы были предохранены от случайного к ним прикосновения. Измерительные приборы, соединенные со своими измерительными трансформаторами, не подлежат этому требованию, если изоляция последних обладает достаточной прочностью. В этом случае следует заземлять один из полюсов вторичной обмотки измерительного трансформатора.

## B. Выключатели и переключатели.

§ 54. Выключатели должны быть так сконструированы и установлены, чтобы при размыкании их при нормальной нагрузке не образовывалось продолжительной вольтовой дуги. (Исключение см. § 159).

Допускается применение выключателей на напряжение не менее 250V.

а) Выключатели, устанавливаемые вне электромашинных помещений, должны иметь кожухи или находиться в особых помещениях. Последние при высоком напряжении должны запираться на замок. Кожухи, доступные по своему расположению и не заземленные, а равно и рукоятки приборов должны быть сделаны из непроводящего ток материала или должны быть покрыты изолирующим слоем достаточной толщины.

б) Защитные кожухи не должны иметь открытых щелей, предназначенных, напр., для перемещения рукояток выключателя.

в) Выключатели низкого напряжения до 5 kVA должны быть мгновенного действия.

г) Выключатели устанавливаются или на самих приемниках или ставятся в цепь неподвижно проложенных проводов.

Соединение выключателей с подвижными проводами допустимо только в том случае, если места присоединения проводов на обоих концах разгружены от натяжения и когда провода не могут притти в прикосновение с легко воспламеняющимися веществами.

д) На основной части выключателя должны быть обозначены нормальная сила рабочего тока и рабочее напряжение.

§ 55. На выключателях высокого напряжения должны быть ясно обозначены положения выключения и включения. Кожухи выключателей должны быть заземлены.

Масляные выключатели высокого напряжения в больших устройствах должны устанавливаться таким образом, чтобы между ними и обслуживающим лицом находилась защитная стенка, предохраняющая обслуживающее лицо от пламени и горящего масла.

Примечание: Большими устройствами считаются устройства свыше 10 000 kVA.

§ 56. Стержни рукояток рычажных выключателей, оси коробчатых выключателей и равнозначущие им части, служащие для приведения в действие выключателей, не должны находиться под напряжением.

Рукоятки рычажных выключателей должны быть настолько прочны и настолько надежно соединены с выключателем, чтобы они не могли пострадать от продолжительного действия на них механических усилий и чтобы при действии выключателя не могла ослабнуть связь между рукояткой и той частью, на которую она насажена.

§ 57. Выключатели приемников должны при размыкании выключать все полюса, находящиеся под напряжением. Выключатели низкого напряжения, обслуживающие небольшие группы электрических ламп, не подлежат этому требованию. Разъединители должны быть так установлены, чтобы они не могли замкнуть цепь самопроизвольно вследствие собственного веса ножей разъединителя.

Примечание: Небольшими группами ламп считаются такие, которые потребляют не более 6 А.

§ 58. Нулевые провода и провода, заземленные при нормальных условиях работы, не должны иметь выключателей или же должны выключаться одновременно с другими к ним относящимися проводами. Исключение из этого правила допускается для нулевых и заземленных проводов в электромашинных помещениях (§ 160).

## Г. Штепсельные соединения.

§ 59. Штепсельные соединения, содержащие предохранители, должны иметь таковые на всех полюсах и во всяком случае не на съемной части. Для высокого напряжения предохранители должны устанавливаться вне штепсельных соединений.

§ 60. Токоведущие части штепсельных соединений должны помещаться внутри прочных и изолирующих оболочек; оболочки из металла могут применяться, но должны быть заземлены. Конструкция штепсельных соединений должна быть такова, чтобы была устранена возможность случайного прикосновения к токоведущим частям и возникновения опасного искрообразования при замыкании и размыкании.

Штепсельные контакты для присоединения подвижных проводов должны быть при высоком напряжении выключаемы посредством особых выключателей, препятствующих в то же время вставлению и вынимании штепселя под напряжением.

§ 61. В штепсельных соединениях для переносных приборов, розетки должны быть соединены с проводкой, а штепсель с прибором, потребляющим ток.

§ 62. Номинальные силы тока и напряжение должны быть указаны как на розетке, так и на штепселе.

Штепселя не должны подходить к розеткам, предназначенным для токов большей силы и более высокого напряжения, чем штепсель.

Места соединения штепселей с подвижными или переносными проводами должны быть свободны от натяжения.

Контакты штепсельных соединений должны быть недоступны для прикосновения.

## Д. Предохранители (Плавкие предохранители и автоматические выключатели).

§ 63. В электрических устройствах все провода и их ответвления должны быть защищены плавкими предохранителями или автоматическими выключателями, предупреждающими опасное нагревание проводов при случайных перегрузках.

§ 64. Плавкий предохранитель должен соответствовать силе рабочего тока, защищаемого им провода или приемника тока и во всяком случае не должен быть на бо́льшую силу тока, чем указано в таблице § 103.

§ 65. Плавкие предохранители и автоматические выключатели должны быть так устроены и так установлены, чтобы они не могли представлять опасности во время своего действия для окружающих лиц и предметов.

В предохранителях мягкий пластичный металл или его сплавы не должны служить непосредственно контактом; концы плавких проволок или пластин должны быть впаяны в наконечники из меди или другого одинаково соответствующего цели металла.

Не выключаемые предохранители должны быть так сконструированы и так установлены, чтобы их плавкие части можно было безопасно менять под напряжением при помощи соответствующих инструментов.

§ 66. Предохранители следует устанавливать во всех местах, где сечение провода уменьшается по направлению к местам потребления тока. Предохранитель ставится в начале защищаемого им провода. Однако, предохранитель не требуется, если при уменьшении сечения провода предыдущий предохранитель защищает наиболее тонкий провод.

В случае применения предохранителей, имеющих винтовую нарезку, отходящий провод должен присоединяться к предохранителю всегда со стороны наружной винтовой нарезки.

В местах уменьшения сечения главных проводов и ответвлений, провод, соединяющий предохранитель с главным проводом, при одиночной длине не более 1 m, может иметь меньшее сечение, чем главный провод, в том только случае, если этот соединительный провод не сложный и если он не может быть опасным для могущих находиться вблизи него воспламеняющихся предметов. Требование этого пункта не относится к проводам распределительной доски и к соединительным проводам между ней и машиной.

§ 67. Внутри зданий в устройствах низкого напряжения провод, имеющий несколько ответвлений к приемникам, может иметь общий групповой предохранитель на номинальную силу тока не более 6 A. В этом случае, расположенные за этим предохранителем провода и их ответвления другими предохранителями более не ограждаются (исключение составляют штепсельные розетки для переносных и подвижных осветительных арматур, см. § 97). При ответвлениях, содержащих многосвечные лампы накаливания с патронами Голиаф, допускается в виде исключения установка общего предохранителя на силу тока не более 15 A при условии выбора для проводов сечений, соответствующих этому предохранителю.

При низких напряжениях предохранители следует, по возможности, сосредоточивать группами в одном или нескольких местах и располагать на доступной для обслуживания высоте.

§ 68. Плавкие предохранители для силы тока от 6 до 60 A в устройствах при рабочем напряжении до 500 V должны быть так устроены, чтобы нельзя было вставлять плавкие части для несоответственно большей силы тока (это требование не относится к предохранителям, расположенным в электромашинных помещениях).

Для подобных предохранителей от 6 до 60 A могут применяться только плавкие части закрытого типа.

Применение отремонтированных плавких вставок воспрещается.

Воспрещается пользоваться трубчатыми предохранителями в качестве разъединителей.

Номинальная сила тока и номинальное напряжение должны быть помечены на главных частях предохранителя, а также на плавкой вставке.

§ 69. Провода, заземленные по условиям эксплоатации вообще, не должны быть защищаемы предохранителями.

Нулевые провода многопроводных или многофазных систем не должны иметь предохранителей. Исключение составляют изолированные провода, ответвляющиеся от нулевого провода и составляющие отдельные ветви двухпроводной системы, они должны снабжаться предохранителями. Если же в таких ответвлениях предохраняется один полюс, то провода, ответвляющиеся от нулевого провода, должны быть легко распознаваемы.

§ 70. Правила относительно размещения предохранителей не относятся к линиям воздушных проводов, к проводам на распределительных щитах, соединительным проводам в электромашинных помещениях между машинами, трансформаторами, аккумуляторами и распределительными устройствами, а также во всех тех случаях, где действие предохранителя может вызвать опасное расстройство действия данной установки.

## Е. Реостаты.

§ 71. Реостаты и их части должны быть так устроены, чтобы при нормальной работе они не могли нагреваться до температуры, опасной для окружающих предметов.

§ 72. Реостаты и сопротивления, в которых происходит прерывание тока, должны быть так устроены, чтобы при правильном обслуживании не могла образоваться длительная вольтова дуга.

Установка особых выключателей необходима лишь тогда, когда устройство самого аппарата таково, что не представляется возможным прерывать ток на всех полюсах.

§ 73. Токоведущие части реостатов и сопротивлений должны быть снабжены предохранительным покрытием из огнестойкого материала. Эти аппараты должны быть собраны на огнестойких основаниях или же, в случае отсутствия последних, должны быть установлены на огнестойких стенах и на достаточном расстоянии от горючих материалов.

§ 74. В пусковых аппаратах для напряжения до 1 000 V если таковые не устанавливаются в помещениях с едкими парами, допускается применение в качестве изолирующего материала дерева вне масляных сосудов, при условии если оно соответствующей обработкой сделано сыростестойким и теплостойким.

§ 75. У приборов, приведенных в действие непосредственно руками, оси передаточных механизмов и все соединенные с ними металлические части, доступные прикосновению, не должны находиться под напряжением.

### Ж. Нагревательные приборы.

§ 76. Каждый нагревательный прибор должен иметь фабричную марку, знак или клеймо, определяющее его происхождение.

На каждом приборе должны быть обозначены: напряжение, сила тока и мощность.

Нагревательные приборы широкого пользования допускаются лишь переносного типа до 250 V и мощностью не более 1,5 kW и должны удовлетворять специальным требованиям, предъявляемым к такого рода приборам.

§ 77. Нагревательные приборы должны быть так устроены, чтобы они не могли представлять опасность во время своего действия для окружающих лиц и предметов.

§ 78. Нагревательные приборы и аппараты, в которых находящиеся под напряжением части соприкасаются непосредственно с нагреваемой жидкостью, допустимы для широкого пользования лишь в том случае, когда электроды снабжены заземленными защитными покрытиями, устраняющими возможность случайного прикосновения к частям, находящимся под напряжением.

§ 79. Находящиеся под напряжением контактные и соединительные части нагревательных приборов, должны быть так устроены, чтобы искнючалась возможность случайного прикосновения к ним.

### 3. Другие приборы.

§ 80. Ручные электрические приборы для домашнего обихода допускаются лишь для напряжений до 250 V.

Инструменты с электрическим приводом, предназначенные для применения в промышленных мастерских, должны отвечать специальным требованиям, предъявляемым к такого рода приборам и аппаратам.

§ 81. Ручные аппараты должны быть выполнены особенно тщательно и изоляция их должна быть такова, чтобы даже при грубом обращении с ними, пользование ими было всегда безопасным.

Рукоятки ручных приборов домашнего обихода должны быть сделаны, по возможности, не из металла, точно также должно быть затруднено соприкасание с другими соседними к рукояткам металлическими частями приборов, даже ненаходящимися под напряжением.

## IX.

### A. Патроны и лампы накаливания.

§ 82. Изолирующие материалы, применяемые в патронах, должны быть теплостойкими, огнестойкими и сыростестойкими.

Токоведущие части патронов, находящиеся под напряжением относительно земли, должны быть защищены от прикосновения огнестойкими оболочками, причем последние не должны находиться под напряжением по отношению к земле.

В устройствах, работающих с заземленным нулевым проводом, необходимо при неподвижных лампах винтовую шейку патрона соединять с нулевым проводом.

§ 83. В цепях, с напряжением свыше 250 V, наружные части патронов должны быть сделаны из изолирующего материала и все находящиеся под напряжением части патрона, должны быть тщательно защищены от случайного прикосновения. Патроны Миньон в таких цепях не допускаются.

§ 84. Патроны ламп накаливания, имеющие нарезку Миньон или Голиаф, не должны иметь выключателей; патроны с нормальной резьбой могут иметь выключатели лишь при напряжении не свыше 250 V, причем выключающий механизм должен находиться в соединении с винтовой шейкой патрона.

§ 85. Части ламп, находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайного прикосновения к ним и с этой целью патроны должны быть снабжены достаточно высоким изолирующим кольцом или другим, достигающим ту же цель, приспособлением.

Патроны, снабженные выключателями, должны быть так устроены, чтобы была исключена возможность соприкасания подвижных частей выключателя с подводящими ток проводами. Ручки выключа-

телей не должны быть сделаны из металла. Ось выключателя должна быть изолирована от металлической оболочки и от частей, находящихся под напряжением.

§ 86. Лампы, расположенные вблизи воспламеняющихся предметов и материалов, должны быть снабжены приспособлениями, которые не допускали бы соприкасания лампы с этими предметами и материалами.

§ 87. При высоком напряжении, доступные по своему положению лампы накаливания и патроны допускаются к установке в сетях постоянного тока, с напряжением не свыше 1 000 V.

## Б. Дуговые лампы.

§ 88. Дуговые лампы должны быть снабжены приспособлениями, задерживающими частицы раскаленного угля.

В лампах с ограниченным доступом воздуха, особых приспособлений для указанной цели не требуется.

§ 89. Фонари дуговых ламп (подвесы, арматура) должны быть изолированы от токоведущих частей; при применении подвесных троссов последние также должны быть изолированы от фонарей. Подвесные троссы не должны быть скручены с проводами.

Отверстия для ввода проводов в лампы и фонари должны быть так устроены, чтобы изоляция проводов острыми краями не могла быть повреждена. Лампы и фонари, предназначенные для наружного освещения, должны быть так устроены, чтобы в них не могла скопляться вода.

§ 90. При применении подводящих ток проводов для подвешивания дуговых ламп, места присоединения проводов к зажимам ламп не должны испытывать натяжения, и провода не должны быть скручены между собою.

§ 91. При высоком напряжении не допускается пользоваться проводами для подвешивания дуговых ламп.

§ 92. При высоком напряжении в цепи до 1 000 V дуговые лампы должны быть изолированы как от подъемных троссов, так и от кронштейнов, если последние металлические, или же троссы и кронштейны должны быть заземлены. При напряжении же выше 1 000 V должны быть выполнены оба условия вместе.

§ 93. При высоком напряжении дуговые лампы должны быть недоступны во время действия и должны иметь выключающие приспособ-

ления, дающие возможность обслуживать лампу не под напряжением.

При последовательном соединении дуговых ламп, у каждой лампы должно быть устроено приспособление, не позволяющее напряжению на ее зажимах, в случае потухания лампы, подняться больше, чем на 100%.

## Я. Осветительные арматуры, шнуровые подвесы и ручные лампы.

§ 94. По осветительной арматуре и внутри ее допускаются лишь провода с водонепроницаемой оболочкой, по качеству соответствующей применяемому напряжению.

Так называемые арматурные провода, предназначенные для прокладки по арматурам и внутри их, не могут применяться в качестве подводящих проводов к подвижным осветительным арматурам.

а) Провода, расположенные снаружи осветительных приборов, должны быть так закреплены, чтобы они не могли перемещаться или повреждаться острыми краями арматур.

При высоком напряжении провода доступных осветительных арматур должны иметь защитительные покрытия от случайного соприкасания (см. § 21).

б) Предназначенные для проводов отверстия и углубления в осветительных арматурах должны быть так соразмерены и иметь такие края, чтобы провода могли проходить в них без повреждения изоляции. Отверстия, предназначенные для пропуска двух проводов, должны иметь диаметр не менее 6 mm при низком напряжении и 12 mm при высоком.

в) Соединения проводов и ответвления от них в осветительных арматурах допускаются лишь при низком напряжении. Эти соединения должны быть по возможности сосредточены в одном месте.

При высоком напряжении ответвления проводов и соединение их в осветительных арматурах не допускаются.

г) осветительные арматуры должны быть так установлены, чтобы ведущие к ним провода не повреждались при поворачивании этих арматур; патроны должны быть надежно укреплены.

При высоком напряжении легко доступные осветительные арматуры разрешается применять только в сетях постоянного тока до 1 000 V Металлические части их должны быть заземлены.

§ 95. При применении подводящих ток проводов для подвешивания осветительных арматур (шнуровые подвесы) места присоединения проводов не должны испытывать натяжения. При высоком напряжении шнуровые подвесы не допускаются.

Подвеска ламп на шнурах допускается лишь в том случае, если лампа с абажуром поовешена на шнуре с холостой или несущей жилой, которая может быть вплетена в шнур. Провода в точке подвеса и у патрона должны быть длиннее несущей жилы, чтобы натяжение не передавалось на места соединения.

§ 96. При применении действующих газовых люстр и рожков для надобностей электрического освещения, кроме выполнения требований § 94, должны быть приняты меры к предотвращению порчи изоляции проводов теплотой газового пламени.

§ 97. Устройство ручных ламп должно обеспечивать безопасность пользования ими даже в случае порчи изоляции токоведущих частей. Штепсельные розетки должны иметь предохранители на обоих полюсах.

а) Корпуса и рукоятки ручных ламп должны быть сделаны из огнестойких, теплостойких и сыростестойких изолирующих материалов большой механической прочности. Токоведущие части их должны быть защищены от случайного прикосновения достаточно прочным защитным покрытием.

б) Места присоединения проводов не должны испытывать натяжения.

в) Патроны с ключом в ручных лампах не допускаются.

Выключатели в ручных лампах допускаются лишь в устройствах низкого напряжения. Выключатели, устраиваемые в ручных лампах, должны удовлетворять требованиям настоящих правил. Они, кроме того, должны быть вделаны в корпуса или рукоятки ламп таким образом, чтобы их части (головка, ключи и т. п.), во избежание механического повреждения, даже при неосторожном обращении с лампой, не выступали наружу.

г) Места ввода проводов должны быть так устроены, чтобы возможность излома в этом месте была предотвращена даже при недостаточно осторожном обращении.

д) Металлические защитные сетки абажура, крючки или дужки для подвешивания должны укрепляться на изолирующих частях ручной лампы.

§ 98. При высоком напряжении переносные и ручные лампы не допускаются (исключение см. § 162).

§ 99. Устройство рабочих переносных и настольных ламп, предназначенных для пользования в мастерских промышленных предприятий, должны обеспечивать полную безопасность при обращении с ними. Части патрона и лампы, находящиеся под напряжением, а также все части, связанные с последними, должны быть надежно защищены при помощи механически прочных защитных приспособлений от случайного соприкасания с ними. Оболочка патрона должна быть сделана из изолирующего материала.

§ 100. Не удовлетворяющие требованиям § 97 другого устройства ручные лампы могут быть допущены для применения только в том случае, когда они питаются от источника тока с напряжением не свыше 50 V.

§ 101. В сырых и особо сырых помещениях, а также при работах в котлах, цистернах и в подобных местах, имеющих хорошо проводящие стены и полы, для ручных ламп рекомендуется пользоваться при переменном токе небольшими трансформаторами, понижающими рабочее напряжение в сети до величины меньшей 40 V.

## X. Провода.

### A. Качество проводов.

§ 102. Изоляция проводов должна по прочности и по изолирующим свойствам соответствовать своему назначению.

а) Провода, защищенные лишь от действия химических или атмосферных влияний слоем лака или краски, или же пропитанными обмотками или оплетками из волокнистых веществ, в отношении способа прокладки приравниваются к голым проводам.

б) Различаются изолированные провода следующих типов, конструкция и испытание изоляции которых определяются нормами для проводов:

#### 1. Провода для неподвижной прокладки.

Провода с натуральной резиной для прокладки в сухих помещениях на роликах или в открыто проложенных изолирующих трубках при напряжении до 250 V между проводами и до 125 V

между проводом и землей при трехпроводной системе с заземленным нейтральным проводом.

Провода с вулканизированной резиной для напряжения до 1000 V как для открытой прокладки, так и для прокладки в трубках под штукатуркой.

Специальные провода с вулканизированной резиной для всяких напряжений.

Шнуры с натуральной резиной для прокладки на роликах в сухих помещениях для напряжения до 125 V.

Шнуры с вулканизированной резиной для напряжения до 1 000 V.

Трубчатые провода для открытой прокладки в сухих помещениях для напряжения до 500 V и для прокладки в установках низкого напряжения под штукатуркой, где ход провода может быть прослежен без разломки стен.

Панцырные провода для напряжения до 1000 V.

2. Провода для осветительных арматур.

Арматурные провода для проводки внутри и снаружи осветительных арматур для напряжений до 250 V.

Подвесные шнуры для блочных ламп для напряжений до 250 V.

3. Провода для присоединения переносных приборов.

Шнуры с вулканизированной резиной (комнатные) без особой защиты от механических повреждений для установок низкого напряжения.

Шнуры для мастерских—с защитой от обычных механических повреждений для установок низкого напряжения.

Специальные шнуры для мастерских с особой защитой от грубых механических повреждений для установок низкого напряжения на фабриках, заводах и в сельском хозяйстве.

Шнуры и сложные провода и кабели высокого напряжения для напряжения до 1500 V.

4. Освинцованные кабели.

Освинцованные кабели резиновые с изоляцией из вулканизированной резины.

Освинцованные кабели с изоляцией из пропитанных волокнистых веществ (бумаги, джута и т. п.).

Одножильные освинцованные кабели с контрольной жилой и без нее для напряжения до 1 000 V.

Концентрические и скрученные многожильные кабели с контрольными жилами и без таковых.

Б. Общие правила прокладки проводов.

§ 103. Сечение проводов должно быть таково, чтобы нагревание их при существующих условиях работы не достигало опасной величины и чтобы была обеспечена достаточная механическая прочность.

а) Наибольшая допустимая продолжительная нагрузка изолированных проводов и не проложенных в земле и каналах освинцованных кабелей из проводниковой меди приводится во втором столбце нижеприведенной таблицы I. *)

Нормы предельной нагрузки в амперах для голых проводов приведены в таблице II. *)

б) В случае не непрерывной работы допустимо повышение нагрузки сверх указанной в таблицах при условии, что нагревание провода ни в коем случае не превзойдет температуры, соответствующей приведенной в таблицах наибольшей продолжительной нагрузки.

Для световых реклам и тому подобных устройств провода могут рассчитываться соответственно наибольшему числу одновременно горящих ламп.

в) Для медных проводов допускаются следующие наименьшие сечения:

| | | |
|---|---|---|
| Для | проводов внутри и снаружи осветительных арматур . . | 0,5 mm² |
| » | изолированных проводов при прокладке в трубках или на роликах, находящихся на расстоянии не более 1 m . . | 1 » |
| » | голых проводов в зданиях, равно как и для изолированных проводов в зданиях и на открытом воздухе, места прикрепления которых отстоят одно от другого больше, чем на 1 m. . . . . | 4 » |
| » | воздушных линий низкого напряжения . . . . . | 6 » |
| » | » » высокого напряжения . . | 10 » |

г) При применении проводников из меди низшего качества или из иных металлов сечения должны быть таковы, чтобы прочность, равно как и нагревание током, соответствовали сечениям, указанным для проводов из проводниковой меди.

*) См. след. стр.

## ТАБЛИЦА I.

| Сечение. $mm^2$ | Длительная работа. | | Работа с перерывами. |
|---|---|---|---|
| | Наибольшая допустимая продолжительная нагрузка при температуре окружающего пространства не выше 30° С и повышении температуры провода на 20° С. А | Номинальная сила тока соответствующих плавких предохранителей. А | Наибольшая допускаемая нагрузка. А |
| 0,75 | 9 | 6 | 9 |
| 1 | 11 | 6 | 11 |
| 1,5 | 14 | 10 | 14 |
| 2,5 | 20 | 15 | 20 |
| 4 | 25 | 20 | 25 |
| 6 | 31 | 25 | 51 |
| 10 | 43 | 35 | 60 |
| 16 | 75 | 60 | 105 |
| 25 | 100 | 80 | 140 |
| 35 | 125 | 100 | 175 |
| 50 | 160 | 125 | 225 |
| 70 | 200 | 160 | 280 |
| 95 | 240 | 190 | 335 |
| 120 | 280 | 225 | 400 |
| 150 | 325 | 260 | 460 |
| 185 | 380 | 300 | 530 |
| 240 | 450 | 360 | 630 |
| 310 | 540 | 430 | 730 |
| 400 | 640 | 500 | 900 |
| 500 | 760 | 600 | — |
| 625 | 880 | 700 | — |
| 800 | 1 050 | 850 | — |
| 1 000 | 1 250 | 1 000 | — |

ТАБЛИЦА II.

| Сечение $mm^2$ | Медь | | Алюминий | Железо |
|---|---|---|---|---|
| | в закр. помещ. | на откр. воздухе. | на откр. возд. | на откр. возд. |
| 4 | 30 | 46 | 35 | 16 |
| 6 | 38 | 60 | 45 | 20 |
| 10 | 50 | 86 | 65 | 30 |
| 16 | 66 | 118 | 90 | 40 |
| 25 | 86 | 162 | 125 | 55 |
| 35 | 105 | 206 | 155 | 72 |
| 50 | 131 | 266 | 205 | 96 |
| 70 | 162 | 340 | 260 | 120 |
| 95 | 196 | 420 | 320 | 150 |

§ 104. Провода должны быть доступны для наблюдения.

§ 105. Неподвижно проложенные провода должны быть защищены от механических повреждений по своему расположению или посредством особого покрытия.

а) Все провода, находящиеся под напряжением по отношению к земле и расположенные на высоте, непосредственно достигаемой рукой, должны быть защищены от механических повреждений особым покрытием. (Исключение см. §§ 161 и 171).

б) Металлическая оболочка бронированных освинцованных кабелей, а также сплошная или фальцованная металлическая оболочка проводов считается защитным покрытием. Механически прочные трубы считаются защитным покрытием.

§ 106. При высоком напряжении металлические защитные приспособления должны быть заземлены; защитные приспособления из изолирующих веществ должны быть огнестойкими.

а) Требование заземления относится также к броне кабелей, проложенных внутри помещений, а также к доступно расположенной кабельной гарнитуре.

б) Защитные покрытия при высоком напряжении в устройствах внутри помещений должны снабжаться предупредительными надписями.

§ 107. Переносные и подвижные провода требуют особого защитного покрытия только в том случае, когда по условиям применения они могут подвергаться механическим повреждениям.

§ 108. Заземленные провода могут быть проложены непосредственно на частях зданий или в земле; при этом должны быть приняты меры для устранения возможного повреждения как проводов, так и заземляющих приспособлений.

Заземленные рабочие провода, а также заземляющие провода не допускается заменять полностью или частью землей или металлическими частями зданий или других устройств.

§ 109. Незаземленные голые провода должны прокладываться исключительно на соответствующих изоляторах, обладающих достаточной механической прочностью, достаточной диэлектрической прочностью и достаточно большим сопротивлением утечке.

§ 110. Расстояние между голыми незаземленными проводами, имеющими различный потенциал по отношению к земле, а также расстояние голых незаземленных проводов от частей зданий, железных конструкций и т. п. должно соответствовать величине пролета, сечению проводов и напряжению.

Расстояние между проводами высокого напряжения внутри зданий, а также расстояние этих проводов от частей зданий следует определять согласно § 136.

§ 111. Изолированные провода без металлической защитной оболочки могут прокладываться либо открыто на соответствующих изоляторах, либо в трубках.

а) Провода, по своему расположению, должны быть настолько доступны, чтобы во всякое время и в любом месте можно было их контролировать и заменять.

б) При устройствах, в которых совместная прокладка проводов неизбежна, (напр. в регулирующих и распределительных устройствах), провода с водонепроницаемой оболочкой могут прокладываться таким образом, чтобы они соприкасались, при условии устранения возможности изменения их взаимного положения.

в) При высоком напряжении свыше 1 000 V изолированные провода на роликах, изоляторах и т. п. должны прокладываться с соблюдением расстояний, предписанных для голых проводов, если их изолирующая оболочка не защищена от атмосферных влияний.

§ 112. При переменных токах в проводах и кабелях, покрытых железной оболочкой или защищенных железными трубками, все проводники, принадлежащие к одной цепи, должны быть заключены в общую железную оболочку, если не устранено иным способом опасное нагревание железного покрытия.

§ 113. Соединения проводов между собою и ответвления от них должны выполняться посредством спайки, свинчивания или иного одинаково надежного способа.

а) Применение для спаек составов, химически действующих на металлы, не допускается.

б) Присоединение проводов к машинам, аппаратам, собирательными щитами и приемниками должно выполняться посредством свинчивания или иным одинаково надежным способом. Шнуры и многопроволочные провода до 6 $mm^2$ и однопроволочные провода до 10 $mm^2$ могут присоединяться к приборам непосредственно. Многопроволочные провода свыше 6 $mm^2$, а также все провода свыше 10 $mm^2$ должны быть снабжены кабельными наконечниками или другими одинаково надежными приспособлениями. Концы шнуров и многопроволочных проводов, если они не имеют кабельных наконечников, должны быть спаяны.

§ 114. Места соединений и ответвлений изолированных проводов должны быть изолированы так же надежно, как и самые провода.

Части металлического заземленного покрытия в стыках должны быть электрически соединены между собой.

§ 115. Переносные провода должны присоединяться к неподвижно проложенным посредством штепсельных или иных разъемных соединений.

От одного штепселя может исходить не более одного переносного провода. Ответвления от переносных проводов и удлинения последних могут производиться исключительно посредством разъемных штепсельных соединений.

Места присоединения переносных проводов должны быть освобождены от натяжения.

§ 116. Скрещения проводов между собою и со всякими металлическими частями должны быть выполнены таким образом, чтобы была исключена возможность непосредственного соприкасания.

Если надлежащее для этого расстояние не может быть достигнуто, то необходимо надевать на каждый провод изолирующие трубки или вкладывать между проводами изолирующие прокладки. Трубки и прокладки должны быть тщательно закреплены для устранения их перемещений.

§ 117. Должны быть приняты меры против опасного соприкосновения между проводами сильного и слабого тока.

## B. Воздушные провода.

§ 118. Незаземленные воздушные провода должны прокладываться на фарфоровых или иных одинаково надежных изоляторах.

При применении для укрепления изоляторов на крюках и штырях замазки и цементирующих веществ, последние не должны вызывать вследствие изменения температуры разрыва изоляторов.

§ 119. Воздушные провода, как и установленные на них приборы должны быть так расположены, чтобы были недоступны, без особых приспособлений как с земли, так и с крыш, окон, балконов и т. п. мест. Если эти места сами доступны лишь при помощи особых приспособлений, то при низком напряжении следует применять провода с изолирующей оболочкой, противостоящей атмосферным влияниям. При переходах через дороги воздушные провода должны быть подвешены на достаточном расстоянии от земли или соответственным образом защищены от прикосновения к ним.

Расстояние между проводами воздушных линий следует выбирать согласно «Нормам для механического расчета линий электропередач».

При наличии в известных случаях опасности прикосновения, рекомендуется устанавливать выключатели.

а) Незащищенные воздушные провода при высоком напряжении должны быть отдалены от земли своими низшими точками, по крайней мере на 6 m, а при переходах через дороги—не менее 7 m от высшей точки полотна дороги, при низком напряжении соответственно не ниже 4, 5 и 7 m.

б) Прокладки воздушных проводов вблизи деревьев следует избегать; в тех же случаях, когда это не представляется возможным, деревья вблизи воздушных проводов должны быть удалены или же они должны быть таким образом подрезаны, чтобы ветви не могли придти в соприкосновение с проводами. Расстояние между проводами и фруктовыми деревьями должно быть настолько велико, чтобы для людей, обслуживающих деревья, была устранена опасность случайного прикосновения к проводам. Пользоваться деревьями для подвески проводов воспрещается.

Вводится в действие с 1 января 1930 г.

в) Воспрещается укреплять воздушные провода высокого напряжения на крышах зданий или проводить на доступной высоте над зданиями.

§ 120. Опоры и защитные приспособления воздушных проводов, несущих ток напряжением свыше 750 V по отношению к земле, должны быть отмечены ярким красным пояском и молнеобразной стрелой.

§ 121. В отношении материалов в механической прочности линейных проводов и опор следует руководствоваться «Нормами для механического расчета линий электропередач».

Плотность тока в воздушных проводах определяется таблицей II § 103.

Применение защитных сеток не допускается.

§ 122. Для защиты от перенапряжений воздушных проводов и соединенных с ними машин и приборов следует руководствоваться «Руководящими указаниями для защиты электрических установок от перенапряжений».

§ 123. Для воздушных проводов высокого напряжения должны применяться исключительно голые проводники.

В тех местах, где можно опасаться образования едких паров, проводники могут защищаться предохраняющей металл окраской или другими способами, как напр. полудой, и проч.

§ 124. В случае воздушных проводов высокого напряжения железные и железобетонные опоры и оттяжные троссы должны быть заземлены. Заземление деревянных опор не требуется.

Заземление на линиях должно быть выполнено согласно «Руководящим указаниям для устройства заземлений в электрических установках высокого напряжения».

§ 125. В приводные тяги и рукоятки выключателей, установленных на деревянных столбах, должны быть вделаны изоляторы, если нельзя надежно заземлить выключатель. В этом случае следует заземлять не поддерживающую конструкцию, но приводные тяги ниже изолятора.

§ 126. Когда два или большее число воздушных проводов линий разнородных сетей идут параллельно или перекрещиваются между собой, то должны быть приняты меры к тому, чтобы соприкасание между ними было предотвращено и были устроены автоматические приспособления для выключения провода при падении на землю или при коротком замыкании между ними.

Когда провода высокого и низкого напряжения идут параллельно на общей опоре или на отдельных опорах, равно как и при

пересечении проводов высокого напряжения с проводами низкого напряжения, провод высокого напряжения должен подвешиваться выше провода низкого напряжения и должны быть приняты меры для предупреждения возможности соприкосновения проводов обоего рода линий.

§ 127. Телефонные и телеграфные устройства должны быть ограждены, согласно «Временным Правилам ограждения телеграфных, телефонных и сигнализационных линий от вредного действия устройств сильного тока».

Когда провода высокого напряжения проходят через заселенные места или когда они настолько близко проходят к дорогам, что движение по последним, в случае обрыва проводов, представляло бы опасность, то на этих участках все части линии должны быть выполнены с соответственно повышенной прочностью.

На угловых и анкерных опорах должно применяться двойное подвешивание.

## Г. Наружные провода и устройства.

§ 128. Для наружных проводов должна быть предусмотрена возможность выключения их на всех полюсах или фазах.

§ 129. Для наружных устройств неподвижно проложенные сложные провода, кроме освинцованных кабелей, не допускаются.

§ 130. Столбы и предохранительные покрытия для наружных проводов с напряжением выше 750 V, по отношению к земле должны быть отмечены ярким красным пояском и молниеобразной стрелой.

а) Незащищенные провода низкого напряжения вне зданий должны быть так проложены, чтобы они не были доступны без особых приспособлений, и, во всяком случае, должны находиться от земли на высоте, по меньшей мере, в 3,0 m.

б) Незащищенные провода высокого напряжения должны быть удалены от земли своими низшими точками, по меньшей мере, на 6 m.

§ 131. При прокладке проводов высокого напряжения снаружи зданий расстояние их от наружных стен зданий ни в одном месте не должно быть менее 12 cm. до напряжения 11 000 V, а при высшем напряжении расстояние должно увеличиваться не менее, чем на 1 cm на каждые 1 000 V. Из этого правила исключаются освинцованные кабели.

Незаземленные голые провода низкого напряжения, если они не представляют собой параллельных, отдельно переключаемых ветвей одинаковой полярности, должны прикладываться на следующих расстояниях друг от друга: при пролетах более 6 m— не менее 20 cm, при пролетах от 4 до 6 m. — не менее 15 cm и при меньших пролетах—не менее 10 cm.

Открыто проложенные изолированные провода при низком напряжении вне зданий должны находиться на расстоянии от стен не менее 2 cm.

§ 132. Арматура, выключатели и предохранители в наружных устройствах должны быть специального типа, предназначенного для такого рода устройств.

Приборы, реостаты и двигатели, по возможности, не следует устанавливать на открытом воздухе; если этого избежать нельзя, то должны быть приняты меры к особенно надежной изоляции, надежной защите от прикосновения и от вредных атмосферных влияний.

§ 133. Изолированные провода с металлической защитной оболочкой (трубчатые, панцырные и т. п. провода) могут в установках на открытом воздухе, находящихся под постоянным надзором, как напр., краны, подвижные платформы и т. п., прикрепляться посредством скоб непосредственно к стенам, частям машин и аппаратам. Против химических и атмосферных влияний защитная оболочка должна быть соответствующим образом предохранена.

## Д. Провода в зданиях.

§ 134. Внутри зданий все провода, находящиеся под напряжением по отношению к земле, должны иметь изолирующую оболочку, согласно § 102 настоящих правил.

Лишь в тех помещениях, в которых изолирующая оболочка заведомо подвержена опасности быстрого разрушения вследствие химических процессов, а также для контактных и тому подобных проводов, допускаются голые незаземленные провода, которые должны быть в достаточной мере защищены от случайного прикосновения.

§ 135. При высоком напряжении голые незаземленные провода допускаются только в электромашинных и аккумуляторных помещениях, в других же помещениях могут применяться исключительно

в качестве контактных проводов. Они должны допускать выключение на всех полюсах при помощи соответственно помещенного выключателя.

Места ответвления должны быть освобождены от механических усилий.

§ 136. Для голых проводов высокого напряжения внутри зданий следует придерживаться следующих расстояний проводов друг от друга, от стен, частей зданий и собственных защитных покрытий.

| Рабочее напряжение. V. | | | | Наименьшее расстояние. cm. |
|---|---|---|---|---|
| от | 0 | до | 750 | 4 |
| „ | 750 | „ | 3 300 | 7,5 |
| „ | 3 300 | „ | 6 600 | 10 |
| „ | 6 600 | „ | 11 000 | 12 |
| „ | 11 000 | „ | 22 000 | 18 |
| „ | 22 000 | „ | 38 000 | 24 |

При определении расстояний принимается во внимание то напряжение, которое нормально существует между проводами. Незаземленные голые провода низкого напряжения, если они не представляют собой параллельных, отдельно не выключаемых ветвей одинаковой полярности, должны прокладываться на следующих расстояниях друг от друга; при пролетах более 6 m — не менее 20 cm, при пролетах от 4 до 6 m — не менее 15 cm. и при меньших пролетах не менее 10 см.

§ 137. Открыто проложенные изолированные провода при низком напряжении внутри зданий должны находиться на расстоянии от стен не менее 1 cm.

Под штукатуркой можно прокладывать только провода с изоляцией из вулканизированной резины и только в металлических трубках или в металлических изолирующих трубках (см. § 147).

§ 138. Через стены, нотолки и полы провода должны прокладываться таким образом, чтобы они были в достаточной мере защищены от сырости, маханических и химических повреждений, достаточно изолированы для избежания утечки тока.

а) Проводка через потолки, стены и полы должна отвечать требованиям прокладки, установленным для соответствующих помещений, или же должна быть выполнена при помощи изолирующих трубок, причем каждый одиночный или сложный провод

следует прокладывать в отдельной трубке. В сырых помещениях следует применять фарфоровые или из равноценного изолирующего материала проходные изоляторы, форма которых не допускала бы заметной поверхностной проводимости, или же следует прокладывать провода свободно в достаточно широких каналах.

Трубки должны выступать над поверхностью пола, по крайней мере на 10 cm., должны обладать достаточной механической прочностью или должны быть тщательно защищены от механических повреждений. При высоком напряжении трубки, кроме того, должны выступать над поверхностью стен или потолков, по крайней мере, на 5 cm.

б) Прокладку проводов под полом следует избегать. В случае же необходимости в этом, провода должны быть проложены в сплошных плотно закрытых трубопроводах.

§ 139. Прокладка проводов на роликах допускается лишь для напряжепий до 750 V.

## Е. Установочные материалы.

§ 140. Деревянные рейки для укладки проводов не допускаются.

§ 141. Скобы допускаются исключительно для прикрепления проводов заземленных по условиям эксплоатации, равно как и для прикрепления проводов, хотя бы незаземленных, в сплошной или фальцованной металлической оболочке (освинцованные кабели, трубчатые провода), при условии, чтобы способ прикрепления провода не мог явиться причиной механических повреждений их.

§ 142. Изоляторы и ролики, служащие для прокладки проводов, должны быть из фарфора, стекла или равноценного им по изолирующим и механическим свойствам материала.

§ 143. Штыревые изоляторы должны быть установлены таким образом, чтобы в них не могла скопляться вода.

§ 144. Изоляторы и ролики должны быть так установлены, чтобы они удерживали провода на соответствующем расстоянии друг от друга, от частей зданий, железных конструкций и т. п.

а) При прокладке проводов на роликах вдоль стен пролеты, как общее правило, должны быть не более 1 m. При прокладке по потолку допускаются бо́льшие расстояния, в зависимости от местных условий.

б) Сложные провода следует укреплять таким образом, чтобы нажатием отдельных жил друг на друга не повреждалась их изоляция. Металлические вязки для небронированных сложных проводов не допускаются.

§ 145. При высоком напряжении изоляторы и ролики должны быть так сконструированы и так установлены, чтобы была исключена заметная утечка тока по поверхности.

## Ж. Трубки.

§ 146. Для защиты от прикосновения, равно как и от механических и химических повреждений провода могут быть проложены в трубках.

а) Допускается применение трубок: резиновых, бумажных с металлической оболочкой, железных и стальных трубок с внутренним изолирующим слоем или без него, а также стальных трубок с продольным разрезом.

б) Соединительные и ответвительные коробки для трубок должны быть снабжены патрубками или должны иметь стенки достаточной толщины для введения в них трубок.

§ 147. Соединения проводов внутри трубок не допускаются; исключение составляют провода в арматурах (см. § 94в). При применении системы прокладки в трубках для соединений проводов и ответвлений должны быть предусмотрены соединительные коробки, ответвительные коробки, и самые соединения проводов должны производиться не иначе, как посредством винтовых зажимов, укрепленных на изолирующих основаниях.

а) Трубки должны прокладываться таким образом, чтобы в них не могла скопляться вода.

б) Диаметр отверстия трубок, а также число и радиусы их закруглений, а равно и расположение соединительных коробок следует определять таким образом, чтобы провода можно было втягивать, не повреждая изоляции, и, по возможности, вынимать.

в) В трубках, уложенных под штукатуркой и, вообще, уложенных не открыто, могут прокладываться лишь провода с водонепроницаемой оболочкой из вулканизированной резины, отвечающие требованиям норм для проводов.

г) Прокладка в трубках под штукатуркой допускается только принапряжениях до 500 V.

Трубки, прокладываемые под штукатуркой и предназначенные для укладки более одного провода, должны иметь диаметр в свету не менее 11 mm.

д) В одну и ту же трубку следует, по возможности, прокладывать только провода, принадлежащие к одной цепи. При высоком напряжении соблюдение этого правила обязательно.

е) При переменном токе, в случае применения железных трубок, все проводники, принадлежащие к одной цепи, должны быть заключены в общую трубку, если не устранено иным способом опасное нагревание железного покрытия.

§ 148. Металлические трубки или таковые из иного материала, но с металлическим покровом, должны иметь, в особенности при высоком напряжении, достаточно толстые стенки, чтобы сообразно местным условиям обеспечивать защиту проводов от механических повреждений. Равным образом должны быть приняты меры к защите металлических труб от химических воздействий.

§ 149. При высоком напряжении металлические трубки должны быть электрически соединены между собою в стыках и заземлены.

### 3. Кабели.

§ 150. Голые и асфальтированные освинцованные кабели должны прокладываться таким образом, чтобы они были предохранены от механических и химических повреждений.

Уложенные в земле кабели должны быть покрыты броней, защищающей от механических повреждений, либо должны снабжаться покрытиями, которые при земляных работах обращают внимание на присутствие кабелей.

а) Освинцованные кабели всякого рода, за исключением освинцованных кабелей с резиновой изоляцией для напряжения до 750 V, должны применяться исключительно с концевыми наделками, муфтами или другими равнозначащими приспособлениями, предотвращающими проникновение в кабель сырости и обеспечивающими хорошее электрическое соединение.

б) В местах прикрепления кабелей свинцовая оболочка их не должна сдавливаться и повреждаться; применение трубных закреп не допускается.

в) При переменном токе, в случе применения бронированных кабелей, оба проводника однофазной системы или все провод-

ники многофазной системы должны быть заключены в общую железную броню.

§ 151. В отношении контрольных проводов должны быть приняты те же меры, какие принимаются в отношении жил кабеля. В кабеле высокого напряжения контрольными проводами можно пользоваться исключительно для измерения напряжения в кабеле.

## XI. Оборудование различного рода помещений.

§ 152. Электрическое оборудование нижепоименованных помещений должно удовлетворять требованиям §§ 1—151 настоящих правил, поскольку последние не изменены в §§ 153—210.

### A. Электромашинные помещения.

§ 153. В отношении устройства электромашинные помещения должны удовлетворять действующими правилами и обязательным постановлениям относительно устройства помещений для машин-двигателей.

§ 154. Электромашинные помещения должны быть во время пребывания в них людей достаточно освещены и обеспечены запасным освещением.

§ 155. В отступление от § 20, при низком напряжении непокрытые изоляцией части устройства, находящиеся под напряжением, могут не иметь покрытий для защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой или если такая защита может затруднять обслуживание или осмотр.

§ 156. При высоком напряжении допускаются и такие голые провода, которые не служат контактными проводами, однако, они должны быть проложены согласно § 21. Вспомогательными средствами против случайного прикосновения к находящимся под напряжением частям могут служить разделительные стойки между отдельными полями распределительного устройства и между отдельными фазами, защитные решетки, прочные и надлежаще укрепленные перила, автоматические или выключающие приспособления (с принудительным движением).

§ 157. В отступление от § 21, при высоком напряжении предохранительных приспособлений для защиты от прикосновения

к находящимся под напряжением голым или изолированным частям может не быть, если по местным условиям в них не встречается необходимости или если они препятствуют обслуживанию и наблюдению за соответствующими частями.

§ 158. Соединительные провода между аккумуляторами, машинами и распределительными щитами, равно как и расположенные на распределительных щитах провода, проложенные вертикально, могут быть прокладываемы на расстояниях друг от друга меньших указанных в § 136 при условии применения толстых медных полос или толстых проводов. Меньшие расстояния между проводами допускаются лишь при условии, если неизменяемость расстояний между проводами обеспечивается соответствующими опорными изоляторами, расположенными друг от друга не более, чем на расстоянии 1 m.

§ 159. Требование § 54, согласно которому выключатели должны быть так сконструированы и так установлепы, чтобы при размыкании их не образовывалось продолжительной вольтовой дуги, в электромашинных помещениях должно быть выполнено лишь для нормальной силы рабочего тока. На выключателях в этом случае должна быть указана, кроме рабочего напряжения и рабочей силы тока, также и разрывная мощность их.

Требование это не распространяется на масляные выключатели.

а) Выключатели и переключатели могут быть не мгновенного действия.

б) Во изменение § 72, для реостатов, в которых прерывание тока происходит не на всех полюсах, установки особых выключателей не требуется.

§ 160. В отступление от § 58, на нулевых проводах и на проводах, заземленных по условиям работы, могут находиться отдельные выключатели.

§ 161. Предусмотренное, согласно § 105, защитное покрытие при низком напряжении и при изолированных проводах высокого напряжения до 1 000 V требуется только в том случае, если соответствующие части могут подвергаться механическим повреждениям.

§ 162. В отступление от § 98, переносные лампы при постоянном токе до 1 000 V допускаются; их конструкция должна соответствовать применяемому напряжению.

§ 163. Провода подъемных и транспортных машин при вводе в машину должны быть защищены от случайного прикосновения.

Контактные провода должны быть снабжены выключателем.

Изолированные провода в будке вожатого должны быть защищены от прикосновения.

Ручные лампы допускаются только для низкого напряжения.

В остальных отношениях будка вожатого рассматривается как электромашинное помещение.

## Б. Аккумуляторные помещения.

§ 164. Аккумуляторные помещения должны быть доступны только для обслуживающего их персонала.

§ 165. В аккумуляторных помещениях освещение должно производиться источниками света, не вызывающими возникновения взрыва в этих помещениях.

Лампы накаливания, горящие в безвоздушном пространстве или в атмосфере инертного газа, удовлетворяют требованиям этого параграфа.

§ 166. Предохранители, электрические вентиляторы, выключатели, штепсельные соединения и др. приборы в аккумуляторных помещениях, могут устанавливаться только такие, которые не могут вызвать взрыва в помещении.

§ 167. Должны быть приняты меры для устранения порчи зданий в случае пропитки или вытекания кислоты, равно как и от содержащихся в воздухе паров кислоты.

Окраску стен и потолка следует выполнять кислотоупорной краской.

§ 168. Должны быть приняты меры для удаления из аккумуляторных помещений выделяемых аккумуляторами газов и распыленной кислоты.

§ 169. При отоплении аккумуляторных помещений печами топка должна производиться снаружи. Вентиляционные каналы из аккумуляторных помещений воспрещается выводить в действующие дымоходы или в общую вентиляционную систему здания.

§ 170. В отношении проводки и арматуры аккумуляторные помещения должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к помещениям с едкими парами и опасным в отношении взрывов.

### В. Замкнутые электромашинные помещения.

§ 171. К таким помещениям относятся требования для электромашинных помещений с тем, что при высоком напряжении требуются приспособления для защиты лишь от случайного прикосновения к находящимся под напряжением частям (см. § 105).

§ 172. В отступление от § 29, трансформаторы высокого напряжения могут не иметь заземленного металлического кожуха или сплошного ограждения, если корпуса заземлены.

### Г. Мастерские.

§ 173. В отступление от § 105, при низком напряжении, провода, подводящие ток к машинам, могут быть проложены без защитных покрытий на доступной высоте в том случае, если они по местным условиям не могут быть повреждены.

§ 174. При высоком напряжении распределительная сеть должна быть устроена таким образом, чтобы в случае необходимости ее можно было выключить целиком или частями во время действия устройства.

### Д. Сырые помещения.

§ 175. Незаземленные провода, ведущие к сырым помещениям, должны выключаться на всех полюсах.

§ 176. Изолированные провода должны иметь водонепроницаемую изолирующую оболочку, соответствующую по своей конструкции применяемому напряжению.

Для напряжений свыше 1 000 V допускаются только освинцованные кабели.

а) Голые незаземленные провода должны прокладываться на расстояниях не менее 5 cm один от другого и не менее 5 cm от стен на фарфоровых изоляторах или на иных одинаково надежных изолирующих опорах.

б) Голые провода рекомендуется окрашивать прочной краской, противостоящей действию сырости.

в) При открыто проложенных проводах с напряжением, выше 250 V между проводами, особое внимание должно быть обращено на защиту от прикосновения к ним путем прокладки их на недоступной высоте или устройства защитного покрытия.

§ 177. Неподвижная прокладка сложных проводов, кроме освинцованных кабелей, не допускается. Переносные провода должны быть защищены от механических повреждений.

а) Для переносных шнуров и многожильных проводов, кроме оболочек, из кожи, парусины и т. п., можно также употреблять резиновые трубки с пеньковой или металлической оболочкой. Концы их необходимо тщательно заделывать, во избежание попадания сырости.

б) Гибкая металлическая оболочка переносных проводов, применяемых в сырых помещениях, должна быть тщательно изолирована от находящихся под напряжением частей и заземлена посредством штепсельного соединения.

в) Не рекомендуется устанавливать в сырых помещениях электрические машины, трансформаторы и приборы; если же их установки нельзя избежать, то нужно принять меры к надежной их изоляции, к хорошей защите от прикосновения к ним и к ограждению их от вредных влияний, могущих возникнуть в данном помещении. Металлические части электрических машин, не ведущие тока и доступные для прикосновения, должны быть надежно заземлены.

§ 173. Арматура, выключатели и предохранители должны быть специального типа для защиты от опасности прикосновения и для предохранения их от вредного влияния сырости.

### Е. Помещения с проводящей пылью.

§ 179. Помещения о проводящей пылью должны удовлетворять требованиям для сырых помещений.

### Ж. Особо сырые помещения.

§ 180. Для особо сырых помещений, кроме требований отдела Г, для сырых помещений, действительны дополнительные правила, изложенные в §§ 181—185.

§ 181. На соответствующих местах должны находиться ясные надписи, предупреждающие об опасности прикосновения к проводами к прочим частям электрического устройства.

§ 182. Применение патронов с выключателями не допускается. Корпуса патронов должны быть сделаны из изолирующего материала.

§ 183. Дуговые лампы должны быть недоступны во время их действия и иметь выключающие приспособления, дающие возможность обслуживать лампу не под напряжением.

§ 184. Для освещения допускается только ток низкого напряжения.

§ 185. Высокое напряжение в особо сырых помещениях допускается лишь в виде исключения для постоянного тока до 1 000 V в том случие, если провода могут выключаться снаружи этих помещений, и если находящиеся под напряжением части проводов, аппаратов и приборов, расходующих ток, недоступны для прикосновения.

### З. Жаркие помещения.

§ 186. В жарких помещениях воспрещается прокладывать провода, изоляция которых может быть повреждена при температуре, по условиям эксплоатации встречающейся в таких помещениях.

### И. Помещения с едкими парами.

§ 187. Кроме требований для сырых помещений действительны еще правила, изложенные в §§ 188—191.

§ 188. Все части электрических устройств, соответственно характеру развивающихся паров должны быть, по возможности, предохранены от химических влияний.

В помощениях, где появляются разъедающие пары, допускаются только кабели, голые провода и провода в сплошном металлическом трубопроводе. Провода должны быть снабжены соответствующей оболочкой или окрашены краской, предохраняющей от химических влияний. Провода в трубках должны иметь изоляцию вулканизированной резины.

Трубки должны быть достаточно прочны для защиты от механических повреждений и химических влияний, соответственно роду разъедающих паров; равным образом, должны быть защищены кабели.

§ 189. Применение патронов с выключателями не допускается. Корпуса патронов должны быть сделаны из фарфора.

§ 190. Для ручных переносных ламп допускаются исключительно провода с водонепроницаемой изоляцией и с особой оболочкой. защищающей от химических влияний.

§ 191. Применение напряжений свыше 1 000 V для целей освещения и для работы двигателей не допускается.

К. Помещения, опасные в пожарном отношении.

§ 192. Вблизи генераторов электрического тока, электродвигателей, трансформаторов, динамо-двигателей, реостатов и т. п. не должны находится воспламеняющиеся предметы.

а) Установка генераторов электрического тока, двигателей, реостатов и пр. в означенных помещениях вообще не рекомендуется,

б) Для воспрепятствования соприкасания горючих веществ с предметами электрического оборудования необходимо ограждать машины и приборы открытого типа шкафами, кожухами и т. п. или помещать их в отдельных будках. В случае, когда приходится опасаться появления пыли и волокон, машины и приборы не должны иметь искрящих частей или должны быть закрытого типа.

§ 193. Предохранители, выключатели и т. п. приборы, в которых по условиям эксплоатации происходит прерывание тока, должны быть закрыты предохранительными кожухами из огнестойкого материала, предотвращающими возникновение пожара.

§ 194. Голые провода не допускаются. Допускаются лишь провода с вулканизированной резиной и освинцованные кабели.

Особое внимание должно быть обращено на защиту проводов от механических повреждений.

§ 195. Осветительные арматуры должны быть закрытого типа Применение дуговых ламп не допускается.

§ 196. Применение напряжений свыше 1 000 V не допускается.

Л. Помещения, опасные по отношению ко взрывам.

§ 197. Применение генераторов электрического тока, электродвигателей, трансформаторов, динамо-двигателей и реостатов, а также выключателей, предохранителей, штепсельных соединений и т. п. аппаратов, в которых по условиям эксплоатации происходят прерывания тока, допускается лишь такой конструкции, которая устраняет опасность по отношению ко взрывам в помещениях.

§ 198. Голые провода не допускаются. Провода должны иметь водонепроницаемую изолирующую оболочку, соответствующую применяемому напряжению, и допускаются лишь проложенными в сплошном плотно закрытом трубопроводе, обладающем достаточной механической прочностью, или в виде освинцованных

кабелей, бронированных или иным способом защищенных от повреждений. Сложные провода, кроме освинцованных кабелей не допускаются.

§ 199. Для освещения допускаются лишь источники света, герметически закрытые; они должны вместе с патроном быть заключены в плотную, герметически закрытую арматуру.

§ 200. Применение высокого напряжения не допускается.

### М. Витрины, товарные склады и т. п. помещения, в которых хранятся легко воспламеняющиеся материалы.

§ 201. Неподвижно проложенные провода, если они могут притти в соприкосновение с легко воспламеняющимися материалами, должны быть защищены трубками на всем протяжении до арматуры или штепсельных соединений.

Защитные трубки необходимо заводить внутрь арматуры или соединительной коробки.

§ 202. Если осветительные арматуры и другие приборы, расходующие ток, не имеют постоянного места установки, то они должны присоединяться посредством проводов в металлической оболочке, или же посредством проводов без металлической оболочки, но особенно хорошо защищенных от механических повреждений.

В первом случае один конец металлической оболочки должен быть электрически соединен с металлической оболочкой патрона, другой конец должен быть присоединен к заземляющему проводу.

Во втором случае допускается только применение гибких проводов с водонепроницаемой изолирующей оболочкой, которая для защиты от механических повреждений должна иметь покров из достаточно прочного материала (напр., парусины, кожи, оплетки пеньковым шнуром).

§ 203. Все выключатели, штепсельные соединения и предохранители должны быть прикрыты прочными коробками и должны быть неподвижно прикреплены в таких местах, где исключена возможность соприкасания с легко воспламеняющимися веществами.

§ 204. Установка дуговых ламп в витринах допускается при условии отделения их от товаров стеклянными пластинками, сте-

клянными стенками и т. п., таким образом, чтобы выпадающие частицы угля не могли коснуться выставленных предметов.

Лампы накаливания должны быть защищены колпаками.

§ 205. Высокое напряжение не допускается.

## Н. Временные устройства.

§ 206. В помещениях особо сырых или опасных в отношении пожара возведение временных устройств не рекомендуется, а в помещениях, опасных в отношении взрыва,—не допускается.

§ 207. Соответственно местным условиям, временно устанавливаемые машины и трансформаторы должны быть ограждены от доступа посторонних лиц посредством решеток, перегородок или т. п. ограждений с соответствующими надписями, а при высоком напряжении должны находиться в помещениях, закрытых на замок.

а) На строительных лесах провода и аппараты устанавливаются так, чтобы было устранено случайное прикосновение к открытым частям устройства, находящимся под напряжением.

б) Рекомендуется вывешивать предупредительные сигналы и надписи, осведомляющие окружающих об опасности прикосновения к частям электрического устройства.

§ 208. Для неподвижно проложенных проводов допускаются отступления как в отношении мест прикрепления проводов, так и в других отношениях, однако, должны быть приняты меры к выполнению требований относительно механической прочности, случайного опасного прикосновения, в отношении пожарной безопасности и заземления.

§ 209. Подвижные и переносные устройства, а также осветительные арматуры, аппараты, измерительные приборы и т. п. должны соответствовать общим требованиям.

§ 210. В распределительных досках дерево допускается как конструктивный, но не как изолирующий материал.

---

**Цена 60 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37777. Тираж 1700 экз.—3 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила эксплоатации электротехнических устройств сильных токов *).

## ОГЛАВЛЕНИЕ.

стр.

I. Общая часть.

А. Область применения . . . . . 2
Б. Правила для лиц, работающих по эксплоатации . . . . . 2
В. Рабочие помещения, содержащие эксплоатируемые электротехнические устройства, и их оборудование . . . . . 4
Г. Схемы и предостерегающие плакаты . . . . . 5
Д. Защитные приспособления . . . . . 6
Е. Осмотры и испытания . . . . . 8

II. Меры предосторожности.

А. Устранение напряжения . . . . . 9
Б. Включение установок . . . . . 11
В. Работы под напряжением . . . . . 11
Г. Работы вблизи токоведущих частей высокого напряжения . . . . 12

III. Правила обслуживания.

А. Генераторная станция, подстанция и трансформаторное помещение . . . . . 13
Б. Аккумуляторное помещенне . . . . . 14
В. Кабельная сеть . . . . . 14
Г. Воздушная сеть . . . . . 15
Д. Промышленно-технические установки, потребляющие электрическую энергию . . . . . 17
Е. Осветительные установки . . . . . 18

*) Одобрены XXII Сессией пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

# 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

## А. Область применения.

§ 1. 1) Настоящие правила распространяются на все устройства сильных токов низкого и высокого напряжения как по производству и преобразованию электрической энергии, так и по распределению и потреблению энергии.

Эти правила заключают в себе общие руководящие указания, каковых должны придерживаться все работающие по эксплоатации электротехнических устройств сильных токов и не содержат в себе специальных инструкций по обслуживанию этих устройств. Специальные инструкции могут быть, в дополнение к настоящим правилам, вырабатываемы соответствующими объединениями государственных электрических станций или подлежащими трестами и предприятиями.

2) Устройства с действующим рабочим напряжением, не превосходящим 250 V между любыми проводами, считаются устройствами низкого напряжения; многопроводные же устройства с напряжением не превышающим 250 V между нулевым проводом и любым внешним проводом, считаются устройствами низкого напряжения лишь в том случае, если нулевой провод заземлен.

Для аккумуляторов определяющим напряжением является напряжение разряда.

Все остальные устройства сильного тока считаются устройствами высокого напряжения.

## Б. Правила для лиц, работающих по эксплоатации.

§ 2. С настоящими правилами должен быть ознакомлен весь эксплоатационный персонал путем вывешивания их в служебных помещениях, непосредственным разъяснением их рабочим на месте работ, в части, касающейся этих работ, и путем вручения, под расписку, одного экземпляра этих правил каждому штатному работнику.

Особенно тщательно должны быть ознакомлены с этими Правилами лица, обслуживающие установки высокого напряжения.

При этом работающий должен отдавать себе ясный отчет в могущей возникнуть опасности и применять предписанные Правилами защитные меры.

§ 3. Строго вменяется в обязанность каждому работнику немедленно сообщать своему непосредственному начальству о всех замеченных им неисправностях как предохранительных и защитных приспособлений, так и о неисправностях оборудования помещений, кабелей, воздушных линий и т. п., которые представляют или могут представлять опасность для рабоче-служебного персонала и посторонних лиц или для самого устройства и его эксплоатации.

а) При несчастных случаях с людьми надлежит действовать в соответствии с «руководящими положениями по оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока».

б) При возникновении пожара надлежит следовать «Наставлениям для обращения с электрическими проводами и принадлежностями при тушении пожаров».

§ 4. Воспрещается приступать к работе на устройствах высокого напряжения (подстанции, трансформаторные помещения, кабельные и воздушные линии и проч.) до получения личного или письменного распоряжения производителя работ, что ток выключен и можно приступать к работе.

5. Во всех случаях, не терпящих отлагательств, как пожар и несчастный случай с людьми, разрешается без доклада соответствующему заведывающему производить необходимые работы, вызываемые обстоятельствами.

§ 6. Как общее правило, воспрещается, хотя бы и в резиновых перчатках, касаться частей оборудования высокого напряжения, подлезать под предохранительный барьер и заходить за всякие защитные постоянные или временные ограждения при невыключенном токе высокого напряжения, работать в помещениях, где высокое напряжение не выключено или не огорожено и снимать с места до полного окончания работ ограждающие высокое напряжение защитные приспособления, предупреждающие надписи и плакаты.

§ 7. Административно-технический персонал должен быть ознакомлен с электротехническими Правилами и Нормами и положениями по оказанию первой помощи.

## B. Рабочие помещения, содержащие эксплоатируемые электротехнические устройства, и их оборудование.

§ 8. Электрическое освещение рабочих помещений должно быть так устроено, чтобы выключатели находились на стене у каждого из выходов внутри помещения. На подстанциях и др. помещениях, кроме того, у входа должны находиться, на случай отсутствия тока, закрытые фонари со свечами и со спичками (даже и в том случае, если имеются переносные аккумуляторные фонари) и, для освещения при авариях, пожарные факелы.

§ 9. Двери и окна всех помещений должны открываться наружу.

§ 10. Служебные проходы следует держать всегда свободными.

§ 11. Доступ во все рабочие помещения, как правило, воспрещается для лиц, посторонних данной установке.

§ 12. При высоком напряжении вход в рабочие помещения и всякая работа в помещениях, где имеются токоведущие части под напряжением, разрешается не менее как двум лицам, знакомым с настоящими Правилами.

§ 13. Воспрещается всякое не вызываемое необходимостью прикосновение к незащищенным частям машин, приборов и проч.

§ 14. Воспламеняющиеся предметы нельзя держать вблизи электрических машин, приборов, аппаратов и проводов. Тряпки и другие принадлежности для поддержания чистоты следует держать в особых ящиках из огнестойкого материала.

§ 15. Машины и аппараты должны содержаться в хорошом состоянии, обеспечивающем их исправное действие. Через промежутки времени, определяемые местными условиями, они должны подвергаться чистке, ремонту и т. п.

§ 16. Доступ к электрическим машинам, аппаратам и распределительным устройствам должен поддерживаться свободным в такой степени, как это требуется условиями обслуживания.

§ 17. Все помещения высокого напряжения должны быть заперты на ключ, который выдается по особому распоряжению и под расписку только лицам, имеющим право свободного доступа в эти помещения. Вход в помещения воспрещается с зонтами, тростями, палками и пр.. Распределительные пункты низкого на-

пряжения, если они доступны для посторонних лиц, должны быть заперты на ключ.

§ 18. Машины, приборы и провода, после долгого нахождения в бездействии, особенно если они расположены в сырых помещениях, должны быть перед приведением их в действие испытаны относительно состояния их изоляции, при чем последняя, в случае надобности, должна быть восстановлена.

§ 19. Ограждения всех токоведущих частей устройств и приборов высокого напряжения (см. § 43 Правил безопасности) должны поддерживаться в исправном состоянии. Все голые токоведущие части оборудования высокого напряжения должны быть окрашены в яркие цвета, резко бросающиеся в глаза в соответствии с установленными на сей предмет Правилами.

§ 20. Заземления всех металлических каркасов, кожухов и поддерживающих частей оборудования у приборов высокого напряжения должны поддерживаться в исправном состоянии. (См. § 22 Правил безопасности). Заземляющий провод должен быть проложен и укреплен таким образом, чтобы при работах он не мог подвергаться порче, и быть на таком расстоянии от горючих предметов или кабелей и проводов с горючей обмоткой, чтобы была устранена всякая возможность воспламенения.

§ 21. С кабелей, проложенных в помещениях, должна быть удалена джутовая обмотка, а броня кабеля защищена от ржавчины предохраняющей окраской.

## Г. Схемы и предостерегакщие плакаты.

§ 22. В каждой установке должны быть вывешены на подходящих и доступных для всех рабочих местах: а) правила подачи помощи и отделения от проводов лиц, пострадавших от электрического тока, б) настоящие Правила эксплоатации, в) наставления для обращения с электрическими проводами и принадлежностями при тушении пожаров, г) предостерегающие плакаты, которыми обращается внимание на опасность прикосновения к токоведущим частям.

Примечание. — Предостерегающие плакаты могут быть с изображением черепа и надписью: «не трогать — смертельно» или «высокое напряжение, осторожно — опасно

для жизни» или с другими подобными надписями. Плакаты эти должны иметь размеры не меньше 20 × 10 cm.

д) Схемы соединений. Все изменения и расширения установки должны быть вносимы в схему.

§ 23. В рабочих помещениях высокого напряжения предостерегающие надписи должны иметься в достаточном количестве и должны быть металлическими и так размещены, чтобы они были видны, по возможности, с любого пункта.

На воздушных высоковольтных линиях подобные плакаты должны быть прочно укреплены к столбам или мачтам на недоступной, но удобной для чтения высоте, не менее, как через два столба, а при пролетах, более 100 m — на каждом столбе.

Постановка подобных плакатов обязательна на всех столбах и мачтах в населенных местностях, при перекрещивании дорог, проездов линий железных дорог, телефонных проводов и проч.

§ 24. При работах на выключенных линиях высокого напряжения должны быть до начала работ повешены на аппаратах включения предостерегающие плакаты с соответствующими надписями, напр. «не включать», «на линии производится ремонт».

На подстанциях, где возможно для работ отключить часть высокого напряжения, неотключенная часть должна быть отгорожена от места работ и одновременно должны быть вывешены на видном месте предостерегающие об опасности плакаты.

Перед ремонтом электродвигателей на устройствах для их включения должен быть вывешен плакат с надписью «не пускать — в ремонте».

## Д. Защитные приспособления.

§ 25. Под защитными приспособлениями и устройствами понимаются изолирующие подкладки, резиновые галоши, инструменты с изолирующими ручками, резиновые перчатки и рукавицы, приспосопления для заземления и короткого замыкания, штанги и защитные очки.

Резиновые перчатки и рукавицы при высоком напряжении могут считаться лишь дополнительной мерой предосторожности.

§ 26. Защитные приспособления и устройства должны иметься в достаточном количестве и содержаться в исправном состоянии

и обязательно применяться при всех работах под напряжением, в согласии с §§ 45—49.

§ 27. Изолирующие защитные приспособления, как перчатки, рукавицы, галоши, изолирующие резиновые рукоятки штанг и пр. должны храниться в прохладном и темном месте и, кроме того, они должны по крайней море два раза в году подвергаться исследованию напряжнием не выше того, которое может отозваться вредно на свойствах материала. Для исследования перчатки, рукавицы и галоши наполняются подкисленной водой и опускаются в подкисленную воду, так чтобы вода не достигала (снаружи и внутри) 5 cm. до верху перчаток и галош; вода (снаружи и внутри) соединяется с соответствующими зажимами трансформатора и испытуемые предметы остаются под напряжением в течение 25 минут (см § 20 Наставления для обращения с электрическими проводами и принадлежностями при тушении пожаров). Перед каждым употреблением в работу необходимо тщательно просмотреть резиновые перчатки, нет ли в них каких либо изьянов. Лучше и проще всего производить эту проверку помощью крепкого скатывания каждой перчатки в отдельности, начиная от отверстия к пальцам, следя за тем, не пропускают ли они где либо воздух. Наружная поверхность и внутренняя сторона должны быть чисты от грязи, масла и проч.

§ 28. При всех работах на высоком напряжении или там, где необходимо себя защитить от возможного или случайного прикосновения с высоким напряжением, необходимо одевать резиновые галоши, перчатки, рукавицы, а при работах с расплавленными металлами, мастикой, лужением и пайкой необходимо для защиты глаз надевать очки.

Примечание. — Прикосновение к токоведущим частям высокого напряжения воспрещается даже при наличин на руках резиновых перчаток.

§ 29. Постановка и снятие вставок предохранителей должна производиться в резиновых перчатках, но обязательно при помощи специальных клещей и стоя на изолированной подставке или в галошах.

§ 30. Разъединители могут включаться и выключаться только при помощи специальных штанг, причем предварительно должны быть надеты на руки резиновые перчатки.

## E. Осмотры и испытания.

§ 31. Для поверки исправного состояния установок таковые должны периодически осматриваться и подвергаться соответствующим испытаниям, в зависимости от условий эксплоатации (см. § 36).

§ 32. Осмотру должны быть подвергнуты все части установки, начиная от генераторной станции и кончая местами потребления энергии включительно. При этом должен производиться контроль изоляции всех частей установки, а также проверка исправности всех заземлений.

§ 33. В сетях, находящихся в эксплоатации, достаточно измерять лишь сопротивление изоляции по отношению к земле; если в них состояние изоляции удовлетворяет нормам § 19 правил безопасности (т. е. не менее 1 000 Ω, умноженных на число вольт рабочего напряжения), можно не производить проверку состояния изоляции между проводами.

При измерениях изоляции больших сетей нет необходимости измерять каждое отдельное ответвление сети, но достаточно установить, что сопротивление изоляции всей сети удовлетворяет нормам.

Для машин, аккумуляторов и трансформаторов определенных норм сопротивления изоляции не предписывается.

Примечание.—Участки проводки особо сырые (напр., участки в пивоваренных заводах, красильных фабриках и аккумуляторных помещениях) в отношении изоляции подчиняются § 19 п. д. Правил безопасности.

§ 34. Если при осмотре будут обнаружены неисправности, то они должны быть устранены в возможно непродолжительном времени.

§ 35. О каждом осмотре должен быть составлен журнал, в который заносятся все найденные неисправности и меры, рекомендуемые для их устранения.

В такой журнал заносят, какие приняты меры для устранения замеченных неисправностей и когда они выполнены.

Если в установке имеются приборы, дающие возможность во время работы установки наблюдать за состоянием изоляции в лю-

бое время, то наблюденные изменения в состоянии изоляции должны также заноситься в журнал.

§ 36. Если нет специальных условий, требующих или допускающих отступления от нижеуказанных сроков, осмотры и испытания электрических установок следует производить:

а) Установки низкого напряжения, по крайней мере один раз в год.

б) В помещениях, где скопляется большое количество людей (театры, кинематографы, выставки и пр.), не менее четырех раз в год.

в) Все рабочие помещения высокого напряжения, проверяются не менее четырех раз в год.

г) Воздушные линии низкого напряжения испытываются не менее одного раза в год.

д) Воздушные линии высокого напряжения проверяются не менее раза в месяц.

е) Прочность деревянных столбов воздушных линий проверяется ежегодно.

ж) Резиновые перчатки, рукавицы и галоши через каждые шесть месяцев, а штанги через год (см. §§ 27 и 28).

§ 37. Программа осмотров и испытаний устанавливается в соответствии с местными условиями.

## II. МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ.

### А. Устранение напряжения.

§ 38. При производстве работ на каком либо участке установки, должны быть выключены как самый участок, на котором производится работа, так и все токоведущие части, находящиеся в непосредственной близости от производимых работ.

§ 39. Выключение тока на участке, где должны производиться работы, производятся только по распоряжению особо уполномоченного на это администрацией лица. Никто, кроме этого уполномоченного, не имеет права давать распоряжение на включение и выключение. Выключение должно производиться на всех полюсах или фазах. Необходимые для этого переговоры могут производиться по телефону, но непременно с обратной проверкой помощью повторения данного распоряжения со стороны принявшего его.

§ 40. Перед самым началом работ необходимо при помощи соответствующего прибора убедиться в отсутствии напряжения в той части установки, в которой будут производиться работы. Такое испытание производит только особо уполномоченное на выключение лицо. Приборами для этих испытаний могут служить, при низком напряжении вольтметр или лампа, а при высоком напряжении—трубка Циппа, переносная ламповая батарея, телефон и др. приборы.

Примечание. В помещениях высокого напряжения, в кабельных или воздушных линиях необходимо строго следить за тем, чтобы ток был выключен всесторонне. Особое внимание следует обращать также на обратную трансформировку низкого напряжения через трансформаторы, для устранения чего необходимо выключение установленных в данном помещении трансформаторов также и со стороны низкого напряжения.

§ 41. При высоком напряжении необходимо заземлять и коротко замыкать ту часть установки, на которой производится работа.

Примечание. Это необходимо во-первых для предупреждения опасности, связанной с ошибочным или неполным выключением установки, а во-вторых потому, что даже при полном ее выключении, в токоведущих частях может сохраниться напряжение вследствие остаточного заряда, от атмосферного экектричества и др. причин.

§ 42. Помимо заземления и замыкания на короткое части установки таковые же заземления и замыкания на короткое должны быть произведены на месте самой работы. (См. § 22 Правил безопасности.)

1. Заземление линии делается следующим образом: монтер присоединяет имеющийся у него проводник к заземленному троссу или к заземленному электроду столба. После этого монтер надевает резиновые перчатки или рукавицы и осторожно кладет, при помощи изолированной штанги, надежно заземленный проводник на линейные провода и соединяет его путем скрутки с рабочим проводом.

2. Для временных заземлений и коротких замыканий, применяемый проводник должен быть сечением не менее 10 $mm^2$.

3. На все время производства работ должен быть повешен соответствующий предостерегающий плакат, согласно § 23.

## В. Включение установок.

§ 43. Включение после окончания работ может производиться только после проверки, что все соединения сделаны правильно и временное заземление и замыкание на короткое сняты. Это включение производится только по распоряжению особо уполномоченного на то администрацией лица.

1. Лицо, производящее включение, должно убедиться, что все рабочие удалились от места произведенной работы. Необходимые для этого переговоры могут производиться по телефону, но непременно с обратной проверкой помощью повторения данного распоряжения со стороны принявшего его.

2. При снятии замыкания на короткое следует сначала снять временный проводник с провода линии, а затем уже отделять его от заземленных частей столба.

3. После снятия заземления монтер не должен касаться проводов линии.

§ 44. Те же требования относятся к первому приведению в действие вновь проложенных проводов, вновь установленных приборов, и т. п., но в этом случае заведывающий эксплоатацией или уполномоченное им лицо, обязано кроме того, путем личного осмотра всех доступных мест, а, если нужно, то и путем соответствующих испытаний убедиться, что опасность для человеческой жизни от приведения в действие новых принадлежностей эксплоатации устранена (см. §§ 18 и 32).

## В. Работы под напряжением.

§ 45. Работы под напряжением разрешаются лишь в том случае, когда, по условиям эксплоатации, нельзя выключить те части установки, на которых должны производиться работы. (См. §§ 38—42.)

§ 46. При высоком напряжении работы под напряжением разрешаются лишь в крайних случаях и только под постоянным надзором особо уполномоченного на то лица, с соблюдением всех мер предосторожности и с применением защитных приспособлений, указанных в следующих параграфах.

§ 47. При работах под напряжением в случае низкого напряжения должны быть соблюдены следующие меры предосторожности:

а) Инструменты, применяемые для работы, должны иметь изолирующие рукоятки, см. §§ 25—28.

б) Рабочий должен быть изолирован от земли и не прикасаться к лицам, стоящим неизолированно, а также к токоведущим частям.

§ 48. При работах под напряжением в случае высокого напряжения должны быть соблюдены следующие меры предосторожности:

а) Работы должны производиться только группой рабочих (не менее двух), с тем, чтобы один из них мог подать другому помощь при несчастном случае.

б) Рабочие должны быть особенно хорошо изолированы от земли, напр., стоять на хорошей изолирующей подкладке, на резиновом настиле, или вполне сухой деревянной доске, снабженной изолирующими фарфоровыми ножками.

в) Во время производства работ рабочие не должны прикасаться к лицам, стоящим неизолированно.

г) Рабочие должны иметь на себе резиновые галоши и резиновые перчатки и рукавицы.

д) Все работы должны совершаться исключительно при помощи инструментов с хорошо изолированными рукоятками. Постановка и снятие вставок предохранителей должна производиться только при помощи специальных щипцов с изолированными рукоятками. Разъединители могут обслуживаться только при помощи специальных изолирующих штанг (§§ 29 и 30).

е) Общее исправное состояние всех защитных приспособлений, как подкладок, резиновых галош, перчаток и рукавиц и рукояток инструментов, должны быть каждый раз перед началом работ тщательно проверены особо уполномоченным лицом (§ 27).

## Г. Работы вблизи токоведущих частей высокого напряжения.

§ 49. При работах на установках как низкого, так и высокого напряжения, находящихся в непосредственной близости от токоведущих частей высокого напряжения, применяются те же меры предосторожности, как и при работах под высоким напряжением, имея при этом ввиду также и ограждение высокого напряжения

§ 50. Строительные, механические и всякие другие не электротехнические работы допускаются вблизи невыключенных частей высокого напряжения лишь в том случае, если исключена всякая возможность прикосновения или опасного приближения к таким токоведущим частям.

## III. ПРАВИЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ.

### A. Генераторная станция, подстанция и трансформаторное помещение.

§ 51. Обслуживание машин и аппаратов станции и подстанции выполняется, согласно особых инструкций местной администрации.

§ 52. Все эксплоатационные работы должны производиться только специально обученным персоналом, и, по возможности, не под напряжением (см. §§ 40, 41, 42). Если же эти работы производятся под напряжением или вблизи токоведущих частей высокого напряжения, то должны быть соблюдены §§ 4, 46, 47, 48, 49 и 50.

§ 53. Все ремонтные работы должны при высоком напряжении производиться только специально обученным персоналом под руководством опытного ответственного работника с соблюдением § 2. Если они производятся не под напряжением, то должны быть соблюдены §§ 40, 41 и 42. В случае же необходимости их произвести под напряжением или вблизи токоведущих частей высокого напряжения, должны соблюдаться §§ 4, 46, 47 и 48.

§ 54. Общее наблюдение за работой электрической части станции поручается особому лицу, на обязанности которого лежит:

а) Наблюдение за работой машин, аппаратов и приборов.

б) Своевременное включение и выключение отдельных линий. При включении линии высокого напряжения после перерывов в подаче тока, дежурный обязан убедиться, что на линии не производится никаких работ, и включать линию после ремонта только после получения письменного или телефонного сообщения от ответственного лица, что работы закончены (§ 4).

в) Наблюдать, чтобы не нарушалось правило о недопущении в помещениях высокого напряжения к распределительному щиту лиц, не имеющих право входа в них, согласно § 17.

г) Своевременно сообщать заведывающему станцией о всех замеченных неправильностях в машинах, приборах или распределительном устройстве и делать соответствующие заметки в журнале.

## B. Аккумуляторные помещения.

§ 55. В аккумуляторных помещениях работа под напряжением разрешается с соблюдением всех мер предосторожности и с применением защитных приспособлений. Специальное наблюдающее лицо требуется лишь при напряжении выше 500 V.

§ 56. а) Аккумуляторные помещения должны быть хорошо вентилируемые, особенно во время зарядки. Присутствие в аккумуляторных помещениях открытого пламени или раскаленных тел, может быть допущено только в случае производства крайне необходимых исправлений и под условием применения соответствующих мер предосторожности (§ 28) по прекращении заряда и по удалении взрывчатых газов.

б) Части здания и эксплоатационные принадлежности, включая провода, а также изолирующие служебные ходы, должны быть защищены от вредного действия кислоты; время от времени следует проверять их надлежащее состояние.

в) Пролитая кислота должна быть, как можно скорее, сделана безвредной.

г) Для рабочих, занятых в аккумуляторных установках, должны иметься наготове соответствующие предохранительные средства, напримеp, раствор щелочи и др.

д) Еда, питье и курение в аккумуляторных помещениях воспрещается.

е) Эксплоатационный персонал следует приучать к чистоте и объяснять ему опасность, представляемую кислотой и солями свинца. Следует заботиться о том, чтобы имелось достаточное количество приспособлений и принадлежностей для умывания, в соответствующем помещении.

## B. Кабельная сеть.

§ 57. Работы над кабелями, при которых обнажают токоведущие части, как правило, не разрешается производить под напряжением.

§ 58. Во избежание несчастных случаев при кабельных работах (при разрезании действовавшего, предварительно выключенного кабеля) лицо, производящее работу, должно надеть резиновые перчатки и очки и заземлить металлическую часть ножовки. Ножовка должна иметь ручку из изолирующего материала, за которую и следует держать ножовку при работе, не касаясь ее металлических частей (§ 40).

§ 59. Перед началом работ должна быть произведена разрядка кабеля и приняты все меры предосторожности (§§ 41 и 42).

## Г. Воздушная сеть.

§ 60. Воспрещается, как правило, при низком напряжении производить какие бы то ни было работы под напряжением, за исключением смены предохранительных вставок и выключения разъединителей (§§ 29 и 30). Если в случае крайней необходимости работа должна производиться под напряжением, то воспрещается влезать на опоры и таковая работа должна производиться или с земли или с особых площадок. При высоком напряжении работа на проводах воспрещается.

§ 61. Посторонние лица к месту производства работ не должны допускаться.

§ 62. Работы на проводах низкого напряжения и на проводах слабого тока, находящихся в опасной близости от проводов с более высоким напряжением, разрешаются лишь тогда, если провода более высокого напряжения выключены, заземлены и замкнуты на короткое или если приняты какие либо другие достаточные защитные мероприятия (§§ 41, 42).

§ 63. Перед работой на проводах высокого напряжения с выключенным напряжением, провода в месте самих работ должны быть коротко замкнуты и заземлены (§§ 40 и 41).

Примечание. Следует обращать внимание не только на опасность от напряжения самой линии, но также и на опасность напряжения, индуктируемого извне близлежащими работающими линиями.

§ 64. Обслуживание предохранителей и разъединителей разрешается лишь с применением защитных приспособлений, согласно §§ 29 и 30.

§ 65. Во время грозы всякая работа на линиях над проводами прекращается. При отдаленной грозе провода должны быть выключены, заземлены и коротко замкнуты.

§ 66. При подвеске и снятии проводов, пересекающих трамвайные, осветительные и телефонные провода, руководитель работ обязан принимать все зависящие от него меры вплоть до постановки временных опор или устройства перекидной веревочной петли, чтобы не допускать касания натягиваемых проводов с трамвайными и осветительными проводами.

§ 67. При подвеске и снятии проводов, пересекающих линии железных дорог, руководитель работ обязан согласовать время производства работ с железнодорожной администрацией, каковая работа во время прохода поездов должна быть прекращена и рабочие не должны находиться на опорах, а быть на земле.

§ 68. На шоссейных и проселочных дорогах временно, вплоть до поднятия проводов на надежную высоту, езда не допускается.

§ 69. При работах на опорах воздушных линий должны соблюдаться следующие правила:

а) необходимо убедиться, стоит ли опора достаточно прочно и в случае сомнения заявить об этом руководителю работ;

б) работать обязательно на двух когтях, или на специальных площадках или на других приспособлениях;

в) не влезать и не работать на угловых опорах со стороны внутреннего угла линии, т. е. с той стороны, в которую натянут провод;

г) не влезать и не работать на той стороне, с которой натягивается провод на прямых участках;

д) привязывать себя к опоре предохранительным поясом;

§ 70. В случае крайней необходимости работать на столбе, вызывающем опасения в своей прочности, необходимо применять меры к укреплению столба на время производства работ, например, расперев его подпорами. Во всяком случае нельзя приступать к работе на столбе, пока последний хотя бы и временно не будет укреплен достаточно прочно.

§ 71. Работы на линиях высокого напряжения производятся с соблюдением § 4 Правил и под руководством лица, особо на то уполномоченного.

## Д. Технические установки, потребляющие электрическую энергию.

§ 72. Уход за электродвигателями установки должен быть поручен опытному лицу.

§ 73. Установка должна содержаться в полной исправности и чистоте. В помещениях и в мастерских заводов и фабрик, где по условиям работы скопляется пыль или опилки и стружки, должно быть обращено особое внимание, чтобы эта пыль не скоплялась на проводах, изоляторах, приборах или электродвигателях.

§ 74. На обязанности дежурного монтера по силовой установке лежит:

а) надзор за работой электродвигателей, их пуском в ход и их выключением. Во время работы необходимо следить, чтобы электродвигатели и электрические приборы содержались в чистоте, чтобы подшипники двигателей и сами двигатели не перегревались;

б) наблюдать за групповыми распределительными щитами и особенно следить, чтобы предохранительные вставки соответствовали мощности данного двигателя. Вставки на силу тока, большую нормальной, для двигателя воспрещаются, равно как и вставки самодельные и ремонтированные;

в) производить смену перегоревших предохранителей. В помещениях сырых, особо сырых, с проводящей пылью, с едкими парами, опасных в пожарном отношении, таковая смена вставок предохранителей воспрещается под напряжением. В остальных помещениях, в случае высокого напряжения, таковая смена предохранительных вставок разрешается под напряжением лишь в крайнем случае, с соблюдением соответствующих мер предосторожности и с применением защитных приспособлений (см. §§ 28, 29 и 30);

г) своевременно выключать двигатели, когда в их работе миновала надобность и в особенности немедленно выключать их в моменты перерыва тока, или резкого понижения напряжения его;

д) сообщать своевременно соответствующему заведывающему о всех неисправностях, наблюдавшихся в силовой установке и заносить таковые в журнал, с указанием времени простоя двигателей, причин его вызвавших и принятых мер для их устранения.

## Е. Осветительные установки.

§ 75. Осветительная сеть со всеми приборами, лампами накаливания, арматурами их и другими приборами потребления энергии, должна содержаться в чистоте. В помещениях сырых, а также таких, где по условиям работы скопляется пыль или опилки и проч., должно быть обращено особое внимание, чтобы таковая пыль не скоплялась на изоляторах, приборах, арматурах и проч.

§ 76. В помещениях сырых, особо сырых, с проводящей пылью, с едкими парами, опасных в пожарном отношении, смена плавких вставок в предохранителях и замена ламп накаливания воспрещается под напряжением.

§ 77. Применение самодельных или ремонтированных плавких вставок предохранителей воспрещается. Вставки эти должны соответствовать силе тока той цепи, которую они предохраняют.

---

**Цена — 25 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР. Красная ул., 1,

Ленинградский Гублит № 38 274. Тираж 1.700 экз. 1¹/₈ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила безопасности для электротехнических сооружений на рудниках *).

### А. Общие положения.

§ 1. В отношении поверхностных электротехнических сооружений на рудниках и горных промыслах обязательно исполнение требований общих «Правил безопасности и правил устройства для электротехнических сооружений сильных токов низкого и высокого напряжений», одобренных последним по времени созыва Всероссийским Электротехническим Съездом. В отношении подземных электротехнических сооружений обязательно исполнение требований нижеизложенных специальных правил безопасности, а также вышеуказанных общих правил, поскольку они не противоречат специальным правилам.

§ 2. Настоящие правила обязательны для подземных электротехнических сооружений как в рудниках без рудничного газа, так и в рудниках негазовых и пыльных.

Примечание. В тех участках газовых рудников, в которых газа нет, могут быть, с разрешения местного горного надзора устраиваемы электротехнические сооружения как в негазовых рудниках, с возложением, однако, на администрацию рудника обязательства немедленной замены опасных сооружений безопасными, в случае обнаружения рудничного газа. Для того же, чтобы не пропустить момента появления газа, в названных участках рудника должны производиться ежедневно замеры газа, как в газовых рудниках.

§ 3. Для устройств в подземных выработках с капежом состояние изолиции может не отвечать тому требованию общих правил, чтобы потеря тока на любом участке между двумя предохранителями или за последним предохранителем, при рабочем напряжении,

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС. Согласованы с Н.Т.С. Главгортопа ВСНХ СССР.

не превышала одного миллиампера, т.-е. чтобы сопротивление изоляции такого участка было не менее 1 000 Ω, умноженных на число вольт рабочего напряжения (напр., 220 000 Ω при 220 V рабочего напряжения) при непременном, однако, условии, чтобы само устройство было тщательно выполнено, с точным соблюдением настоящих правил.

§ 4, Провода, перед входом в сырые выработки, должны быть снабжены выключателями на всех полюсах.

§ 5. Всякого рода наставления (как-то: для подачи помощи в несчастных случаях, для освобождения от проводов лиц, пораженных током высокого напряжения, для тушения пожаров, для ухода за машинами, для эксплоатации электрических устройств) должны быть составляемы администрацией рудника на основе общих правил безопасности (§ 1) и утверждаемы местным горным надзором.

## Б. Рудники без рудничного газа.

### I. Электрические машины и принадлежности.

§ 6. Для электрических перфораторов и переносных вентиляторов допускается только низкое напряжение (см. Правила безопасности и Правила устройства, раздел II). Для перемещаемых вентиляторов допускается напряжение до 3 000 V, при условии соблюдения всех правил для электродвигателей стационарных. Для врубовых машин допускается напряжение до 500 V.

§ 7. Обмотки электрических машин должны быть снабжены особой противосыростной изоляцией.

§ 8. При наличии машин (электродвигателей, трансформаторов) с напряжением выше 250 V, на видном месте должны быть вывешены надписи, предупреждающие об опасности прикосновения к этим машинам.

§ 9. В электромашинных камерах корпуса машин и остовы распределительных устройств должны быть заземлены.

В камерах с капежем, а также с угольной и минеральной пылью, машины и принадлежности их должны быть защищены от доступа к ним воды и пыли.

### II. Распределительные доски и приборы.

§ 10. Распределительные доски, включая остов и раму, должны быть из огнестойкого и негигроскопического материала. Доски должны быть защищены от капежа.

На распределительных досках и устройствах вне электромашинных камер все находящиеся под напряжением части должны быть недоступны для случайного прикосновения к ним.

§ 11. Для ответвления от магистральных кабелей проводами должны быть применяемы распределительные доски, распределительные коробки, ящики и т. п. Каждое ответвление должно иметь на всех полюсах по предохранителю и выключателю или по предохранителю, безопасно выключаемому под напряжением.

### III. Устройство для освещения.

§ 12. Лампы накаливания могут быть применяемы только с герметической арматурой и должны быть снабжены предохранительными стеклянными колпаками.

Для выработок, кои признаны горным надзором сухими и такими, в которых на патронах ламп не может осаждаться проводящая электричество пыль, лампы накаливания могут быть применяемы без герметической арматуры и предохранительных колпаков.

В выработках, в которых расстояние от почвы до ламп менее 2,3 m, арматура ламп должна быть подвешена неподвижно, или же лампы должны быть снабжены поверх колпака предохранительной сеткой, защищающей колпак от механических повреждений.

Применение напряжения свыше 250 V относительно земли при последовательном включении ламп накаливания допускается в таких цепях, которые питаются током с напряжением не свыше 600 V; при этом предохранительные сетки и металлические части арматуры должны быть заземлены.

Менять лампы накаливания в патронах, находящихся под напряжением, воспрещается.

Подвеска ламп на проводах, подводящих ток к лампам накаливания, не допускается.

Изолирующий материал для ламповых арматур должен быть негигроскопичным и противостоящим разъедающему действию рудничного воздуха и влажности.

Патроны с выключателями и шнуровые подвесы могут быть применяемы только в электромашинных помещениях.

§ 13. Применение дуговых ламп не допускается.

§ 14. В забоях с постоянным электрическим освещением должно иметься, на каждую группу до 15 человек, работающих в одном

месте, по одному переносному независимому источнику света типа, допускаемого условиями работ в данном руднике.

В камерах, где освещение исключительно электрическое, должна иметься, по крайней мере, одна переносная лампа с независимым источником света.

§ 15. Электрические лампы с переносным источником тока должны удовлетворять следующим требованиям:

а) средняя продолжительность горения их должна быть, по крайней мере, на один час больше продолжительности смены;

б) оболочки, заключающие источник света, должны быть прочны и непроницаемы для жидкостей.

## IV. Тяга.

§ 16. Для электровозов в рудниках допускается применять ток с напряжением не свыше 600 V между проводами.

Допускается использование рельсов в качестве обратного провода, при чем рельсы в стыках должны иметь хорошо проводящие ток соединения, и кроме того через каждые 100 m пути оба рельса должны быть соединены между собой хорошими проводниками.

§ 17. При высоте контактного провода от головки рельса менее 1,8 m, при постоянном токе низкого напряжения и менее 2,3 m при переменном токе низкого же напряжения, а равно в случаях применения токов высокого напряжения, контактные и питательные провода должны быть ограждены от случайного прикосновения к ним людей, помощью деревянных щитов или иным надежным способом, если по штрекам происходит передвижение людей. Без защитных приспособлений в штреках, доступ к которым для людей запрещен во время нахождения провода под напряжением, разрешается применять меньшее расстояние контактного провода от головки рельса против вышеуказанных.

§ 18. В выработках с электрической тягой, на каждом участке пути длиною не более 500 m, а также в местах пересечения этих выработок с другими, должны быть установлены выключатели.

§ 19. Вдоль пути электрической откатки должна быть устроена сигнализация для подачи сигналов о включении и выключении контактных проводов.

§ 20. Концевые станции в выработках с электрической тягой и места пересечения их с другими выработками, если последние

служат для передвижения людей, должны освещаться сигнальными лампами, включенными в общую с тягой сеть, для указания, находится ли сеть под напряжением, а тяга—в действии. Кроме того, на означенных станциях и в указанных местах должны быть установлены звуковые сигналы, действующие каждый раз перед пуском тяги в ход.

За исключением лиц надзора и обслуживающих данную выработку рабочих, на которых действие настоящего параграфа не распространяется, передвижение людей по выработкам с электрической тягой допускается лишь в том случае, если существует специально приспособленное отделение для безопасного передвижения людей или когда тяга бездействует и провода не находятся под напряжением. Переход людей в местах пересечения выработок с электрической тягой с другими путевыми выработками допускается при условии, если в означенных местах имеется дежурство путевого сторожа, стрелочника, плитового и т. п.

В местах пересечения путевых выработок должны быть помещены хорошо освещенные надписи, предупреждающие об опасности.

В местах пересечения выработок с электрической тягой с другими путевыми выработками, контактные провода должны находиться на высоте, не ниже указанной в параграфе 17, или должны быть защищены. В противном случае переход без выключения данного участка воспрещается.

Выработки с электрической тягой, служащие для передвижения, людей, должны быть хорошо освещены.

В выработках с электрической тягой не может быть одновременно применяема откатка лошадьми, за исключением маневровых участков, на коих допускается пользование лошадьми при условии принятия мер для ограждения людей и лошадей от соприкосновения с проводами и против повреждения путей.

Передвижение людей в выработках с электрической тягой допускается только при соблюдениях требований, изложенных как в §§ 17 и 20, а также при соблюдении следующих условий: для откатки локомотивами: а) при скорости откатки до $1^1/_2$ m в секунду должны быть устраиваемы с одной стороны пути ниши в расстоянии 500 m одна от другой (ширина ниши не менее 1,4 m и глубина 0,7 m), или же оставляемо свободное отделение, шириною не менее 0,5 m, считая от верхней кромки вагона или

наиболее выступающей части локомотива; б) при скорости откатки от $1^1/_2$ m до $2^1/_2$ m должны устраиваться ниши на расстоянии 20 m одна от другой или оставляться свободное отделение, шириною 0,8 m; в) при скорости, превышающей $2^1/_2$ m, путевое отделение должно быть защищено особою перегородкою.

§ 21. Электровозы должны быть снабжены автоматическим выключателем, песочницей, двумя сигнальными фонарями (спереди и сзади), ручным тормазом, одной лампой с независимым от сети источникам света, сигнальным приспособлением и, сверх того, при наличии верхнего питательного провода, заземленной крышей достаточных размеров, над сиденьем машиниста. Для светового обозначения головы и хвоста идущего поезда должны быть установлены: на электровозе лампа с белым светом, а на последнем вагончике—с красным. В случае передвижения электровоза без вагончиков, лампа с белым светом устанавливается как и в поезде, спереди электровоза, а лампа с красным светом сзади его.

Вагончики для перевозки людей должны быть снабжены заземленными крышами, покрывающими всю площадь вагончика.

## V. Провода.

а) Общие положения.

§ 22. Брони кабелей, а также металлические оболочки гибких проводов должны быть заземлены.

§ 23. В случае присутствия в рудничной воде или в рудничном воздухе примесей, способных разъедать броню кабелей, последние должны быть снабжены внешней свинцовой или иной оболочкой не подвергающейся разъедающему действию означенных примесей.

§ 24. Голые провода допускаются только для заземления, голые же, заземленные, допускаются лишь в качестве контактных проводов для электрических дорог.

б) Горизонтальные и наклонные выработки с уклоном менее 45°.

§ 25. Изолированные небронированные провода могут быть применяемы только для низких напряжений, при чем расстояние между проводами и почвой выработки по нормали к почве должно быть не менее 1,8 m. Прокладка проводов, огражденных против случайных прикосновений к ним людей, допустима на меньшей высоте от почвы выработки.

Провода должны прокладываться на изоляторах (штыревого типа или с применением одинаково надежных приспособлений), которые должны быть так расположены, чтобы провода не могли приходить в соприкосновение друг с другом, а также со стенами и потолком выработки.

Кроме указанной открытой прокладки проводов допускается также при низком напряжении тока прокладка в заземленных, асфальтированных, оцинкованных железных или стальных трубках. Трубки должны быть электрически соединены между собою. В сырых местах трубки должны быть внутри покрыты эмалевым лаком или асфальтированы.

§ 26. При низком напряжении тока и при высоте прокладки проводов менее 1,8 m., а также при высоком напряжении тока, независимо от высоты прокладки, необходимо применять бронированный кабель.

В выработках, подверженных сильному давлению, допускается подвижное прикрепление кабеля, каковое должно быть устроено так, чтобы не могло произойти повреждения самого кабеля.

§ 27. Прокладка кабелей в выработках может производиться, в зависимости от прочности пород, или в почве штрека, или над нею (по кровле или у стен).

Воспрещается прокладывать непосредственно по почве выработок постоянный кабель, если он соответственным образом не защищен от механических повреждений.

Примечание. Кабели для выработок с уклоном между 25° и 45° должны удовлетворять требованиям § 30. Применение кабелей с ленточной броней допускается для выработок горизонтальных или с уклоном не более 25°.

§ 28. Гибкие провода, служащие для присоединения подвижных приборов, должны быть снабжены дополнительным покрытием для защиты от механических повреждений. Материал и конструкция дополнительного покрытия должны быть таковы, чтобы исключалась возможность порчи изоляции провода таким покрытием.

§ 29. В рудничных дворах и выработках, служащих специально для передвижения рабочих, изолированные провода и кабели должны быть защищены от механических повреждений обшивками или футлярами.

в) Шахты и иные выработки с уклоном более 45°.

§ 30. В шахтах и иных выработках с уклоном более 45° допускается применять только бронированный кабель, броня которого состоит из оцинкованной железной или стальной проволоки (круглого или фасонного сечения). Проволочная броня должна иметь не менее, как трехкратный запас прочности, чтобы кабель мог свободно выдерживать натяжение при подвесе кусками той длины, какой они изготовляются заводами.

§ 31. Во всех выработках, за исключением буровых скважин, подвеска кабеля должна производиться помощью хомутов, скоб или иных приспособлений такой конструкции, чтобы не могло происходить повреждения целости брони и самого кабеля; означенные приспособления должны быть так размещены, чтобы обеспечивалась надежность подвески кабеля.

§ 32. В сухих и безопасных в пожарном отношений вспомогательных выработках, а также при углубке шахт и при временных устройствах при низком напряжении тока, допускается применение изолированных с вулканизированной резиной проводов, прокладываемых на изоляторах штыревого (колокольного) типа или с применением других не менее надежных приспособлений.

При углубке шахт разрешается применять кабели без свинцовой оболочки, но с изоляцией из вулканизированной резины.

## VI. Паление шпуров.

§ 33. Паление шпуров может быть производимо от переносной палильной машины или от переносной батареи, а также от цепи сильного тока низкого напряжения, при чем количество одновременно взрываемых шпуров может быть неограничено

§ 34. При электрическом палении шпуров земля (стена, почва и потолок выработок) не должна быть используема, как обратный провод.

Должны быть приняты меры, предохраняющие провода паления от случайного заземления, вследствие их порчи или соприкосновения с другими электрическими проводами.

§ 35. Присоединение к сети сильного тока, а также к батареи аккумуляторов или гальванических элементов должно быть производимо посредством выключателя, размыкающего ток одновременно на всех полюсах и помещенного в запирающийся на замок футляр. Последовательно с первым выключателем должен быть установлен второй—палильный выключатель, снабженный приспособле-

нием, автоматически выключающим цепь после прекращения нажатия. При палении от сети сильного тока перед палильными проводами должно быть включено приспособление, показывающее имеется ли напряжение в сети.

Проводка от сети до шпуров должна удевлетворять правилам для установок сильных токов. Для последних 80 m могут применяться провода с вулканизированной резиной, без особой защиты от механических повреждений. В сухих забоях могут применяться и голые провода, изолированные от земли, при чем изоляция деревом считается достаточной.

При углубке шахт для проводов паления допускаются только гибкие провода с изоляцией из вулканизированной резины, при чем эта проводка или рядом лежащая с нею проводка сильного тока должна быть защищена металлическим покрытием, хорошо заземленным.

§ 36. Все палильные машины, батареи, выключатели должны быть так устроены, чтобы без специального ключа, рукоятки или т. п. нельзя было произвести паление.

§ 37. Паление должен производить специальный запальщик, который не имеет права никому передавать ни рукоятку палильной машины, ни ключ от палильной батареи или от футляра палильного выключателя.

§ 38. Присоединение палильных проводов к палильной машине, батарее или электрической сети должно производиться перед самым палением.

## VII. Сигнализация.

§ 39. При электрической шахтной сигнализации для каждого подъемного устройства должна быть устроена особая линия, питаемая независимым от общей сети источником тока; к этой линии не могут приключаться другие приемники тока.

Присоединение шахтного сигнального устройства к сети сильного тока допускается только через двигатель-генератор или через трансформатор; одноякорный преобразователь и автотрансформатор не допускаются.

§ 40. Все провода электрических сигнальных установок (телефонные, световые и звуковые) должны быть обеспечены от случайного соединения с проводами сильных токов и от заземления.

Общие требования, предъявляемые к проводам сильных токов (Отдел V), не обязательны для телефонных и сигнальных проводов.

Примечание. Под сигнальной установкой понимается не только самый аппарат, где получается сигнал, но и устройство, при помощи которого дается сигнал.

§ 41. По отношению к проводникам сильного тока сигнальные и телефонные проводники должны быть проложены так, чтобы была обеспечена правильность действия сигнальных и телефонных устройств.

## B. Рудники с рудничным газом и взрывчатой угольной пылью.

### I. Общие положения.

§ 42. В отношении электротехнических установок в газовых рудниках обязательно исполнение как нижеизложенных специальных правил, так и вышеприведенных правил (§§ 1—41), поскольку последние не противоречат специальным.

§ 43. Если в каком-либо забое или части выработки содержание рудничного газа достигает предела, при котором работы не допускаются, то снабжение таких мест электрическим током должно быть немедленно прекращено.

§ 44. После остановок, продолжительностью в одну смену работ и более, ни одна электрическая машина не должна быть пускаема в ход без предварительного замера газа, как в месте нахождения машины, так и во всех прилегающих выработках, на протяжении не менее 20 m от машины.

Кожухи машин и приборов, служащие предохранительными в газовом отношении могут быть открываемы только лицами, специально уполномоченными на то администрацией рудника.

§ 45. Снятие колпаков ламп и кожухов машин и приборов разрешается только при условии предварительного размыкания всех проводов, подводящих ток к лампе, машине или прибору.

§ 46. Для передачи распоряжений о включении тока электромашинные камеры должны быть связаны с поверхностью, рудничными дворами и подземными подстанциями, телефонами или специальными сигнальными устройствами.

## II. Электрические машины и их принадлежности.

§ 47. Электрические машины и принадлежности к ним, как-то: реостаты и др. приборы, должны быть так устроены, чтобы они не могли быть причиной взрывов газа (например, должны быть снабжены предохранительными кожухами, погружены в масло и т. п.).

Предохранительные герметические кожухи должны быть так устроены, чтобы, в случае взрыва гремучей смеси внутри их, была исключена возможность выбивания пламени наружу.

Предохранительные устройства в виде кожухов с пластинами. должны быть таковы, чтобы выходящие из них после взрывов внутри кожуха газы были достаточно охлаждены и не могли быть причиной воспламенения рудничного газа.

Трансформаторы допускаются только масляные.

§ 48. С особого разрешения органов горного надзора электродвигатели насосных камер и откаточных устройств, установленные вблизи шахт, подающих воздух и получающих непосредственно струю чистого воздуха, могут быть взяты обыкновенного типа, т.-е. не предназначенного специально для газовых рудников. В таком случае, при перемене направления вентиляции и при временной остановке вентиляции электродвигатели должны быть останавливаемы.

Во всех тех местах, где газ обыкновенно не наблюдается, но при нарушении вентиляции он может появиться, обязательно применение электрических двигателей и принадлежностей, безопасных в газовом отношении.

§ 49. Если у электродвигателей только контактые кольца имеют приспособление, делающее их безопасными в отношении взрыва газа, то в таком случае электродвигатели должны удовлетворять следующим требованиям:

а) должны быть снабжены механической защитой обмотки;

б) изоляция их должна иметь сопротивление на пробой, повышенное против нормы на 50%;

в) при работе электродвигателя нагрев его должен быть на 25% ниже обычно допускаемого.

Соблюдение этих требований не обязательно, если электродвигатель находится не в пыльной, хорошо вентилируемой камере.

§ 50. Электродвигатели, применяемые в забоях газовых рудников второй и третьей категорий, должны быть снабжены такими приспособлениями, чтобы весь электродвигатель был безопасным в отношении взрыва газа.

В местах работы электрических врубовых машин в рудниках второй и третьей категорий замер газа должен производиться каждые четверть часа, при чем работы названных машин должны быть прекращены, если содержание газа превосходит 1%.

§ 51. В тех частях рудников, в которых не выделяется газ, допускается примендние электрических врубовых машин, не приспособленных для работы в газовых рудниках.

### III. Распределительные доски и приборы.

§ 52. Выключатели, переключатели и предохранители должны быть так устроены, чтобы они не могли служить причиной взрывов рудничного газа (напр., заключены в герметические коробки, погружены в масло и т. п.).

§ 53. Штепсельные розетки и присоединительные коробки должны быть снабжены приспособлениями, устраняющимми возможность вставлять и вынимать вилки (штепселя) из гнезд розетки и коробки, находящихся под током.

### IV. Устройство для освещения.

§ 54. В рудниках с рудничным газом и взрывчатой угольной пылью допускаются для освещения только такие лампы накаливания, которые заключены в воздухонепроницаемые толстые стеклянные предохранительные колпаки и независимо от высоты подвески ламп защищены прочными металлическими сетками от механических повреждений. Патроны с выключателями и шнуровые подвески не допускаются.

§ 55. К применению в забоях допускаются электрические лампы только с переносным источником тока и притом типов, одобренных НТС'ом Главгортопа совместно с ЦЭС'ом.

Если забои освещаются при помощи указанных электрических ламп, то каждый забой должен быть снабжен предохранительными лампами в количестве не менее 10%, пригодными для замера газа; во всяком случае, в каждом забое должно быть не менее одной предохранительной лампы.

Электрические лампы накаливания с переносным источником тока должны удовлетворять, кроме требований, изложенных в § 15 настоящих правил, еще нижеследующим:

а) лампы должны быть снабжены герметически закрывающимся, плотно прикрепленным к кожуху лампы толстым стеклянным колпаком, с предохранительной крестовиной или металлической сеткой;

б) лампы должны быть снабжены надежным затвором, исключающим возможность снятия предохранительного колпака и открытия кожуха лампы внутри рудника;

в) полюсы батареи должны быть так защищены, чтобы была исключена возможность короткого замыкания;

г) контактное устройство должно быть таким, чтобы не могло происходить выбрасывания искр наружу в момент включения и выключения.

В отношении хранения, содержания, выдачи, обратного приема и испытания этих ламп, а также обращения с ними должны соблюдаться требования, изложенные в правилах безопасности при ведении горных работ.

## V. Тяга.

§ 56. Контактные электровозы допускаются только в газовых рудниках первой категории с особого, в каждом отдельном случае, разрешения органов горного надзора и лишь в выработках, непосредственно примыкающих к шахтам, подающим свежий воздух.

В случае применения аккумуляторных электровозов за пределами вышеуказанных выработок, акуммуляторы электровозов должны быть безопасны в газовом отношении (напр., снабжены двойными предохранительными сетками и т. п.), а электродвигатели, контроллеры и реостаты должны удовлетворять требованиям §§ 47 и 49 настоящих правил.

## VI. Провода.

§ 57. Изолированные провода, за исключением проводов для переносных приборов, должны быть прокладываемы, как бронированные кабели или в оцинкованных или асфалтированных железных или стальных трубках.

§ 58. Переносные гибкие проводники должны быть снабжены прочной оболочкой.

## VII. Падение шпуров.

§ 59. Палильные машины, батареи и выключатели должны быть заключены в прочные футляры, снаружи которых не должно быть никаких соединительных проводов, и которые должны быть так устроены, чтобы образующаяся внутри аппарата электрическая искра не могла быть причиной воспламенения газа в самом руднике.

Перед палением шпуров сеть проводов должна быть испытана на отсутствие короткого замыкания.

Палильные машины, батареи и все устройства, относящиеся к палению, должны быть типов и образцов, одобренных НТС'ом Главгортопа, совместно с ЦЭС'ом.

Паление от общей сети разрешается в выработках, проходимых по пустой породе и имеющих непосредственное сообщение с шахтой, подающей свежий воздух.

## VIII. Сигнализация.

§ 60. Все телефонные и др. электрические сигнальные аппараты должны быть типов, одобренных НТС'ом Главгортопа, совместно с ЦЭС'ом.

§ 61. Конструкция телефонных и других электрических сигнальных аппаратов должна быть такова, чтобы искра в аппарате не могла быть причиною взрыва рудничного газа.

§ 62. Напряжение электрического тока для сигнальных установок не должно превосходить 25 V.

§ 63. Для телефонных и других электрических сигнализационных линий допускается применение только изолированных проводов.

Применение голых проводов для сигнализации допускается лишь с особого разрешения органов горного надзора.

---

Типография „Коминтерн" Центриздата народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37724. Тираж 1.700 экз. 1 л.

Цена—20 коп.

Для членов Съезда—бесплатно.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила безопасности для электротехнических сооружений на нефтяных промыслах *).

### I. Общее положение.

§ 1. Для электротехнических сооружений на нефтяных промыслах должны применяться «Правила безопасности и правила устройства для электотехнических сооружений сильных токов низкого и высокого напряжений», одобренные последним по времени созыва Всесоюзным Электротехническим Съездом, поскольку они не противоречат настоящим правилам.

§ 2. Всякого рода наставления (как-то: для подачи помощи в несчастных случаях, для отделения от проводов лиц, пораженных током высокого напряжения, для тушения пожаров, для ухода за машинами, для эксплоатации электрических устройств) должны быть вырабатываемы администрацией промыслов, в согласии с соответствующими правилами В. Э. Съездов, и утверждаемы горным надзором.

§ 3. Все отступления в уже существующих установках, требующие для их устранения капитального переустройства этих установок, могут быть оставлены лишь с разрешения горного надзора и на срок, им устанавливаемый.

### II. Электрические машины и приборы.

§ 4. Все электродвигатели, которые по характеру своей конструктивной связи с промысловыми механизмами не могут быть установлены в закрываемое помещение, должны быть закрыты либо

*) Проект согласован с Научно-Техническим Советом Главгортопа ВСНХ СССР. Одобрен XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

металлическими заземленными кожухами, изолированными внутри, либо колпаками из изолирующего материала.

§ 5. В местах, где могут образоваться взрывчатые смеси, машины и приборы должны применяться безопасного от взрыва типа.

§ 6. Электродвигатели и приборы, непосредственно обслуживающие буровые, если они не безопасного от взрыва типа, допускающие возможность появления искр и вольтовой дуги, должны быть устанавливаемы вне откоса буровых в особых помещениях.

§ 7. Трансформаторы допускаются только масляные.

§ 8. Снятие кожухов машин и приборов разрешается только при условии предварительного размыкания всех проводов, подводящих ток к данной машине или прибору.

§ 9. Подводка тока к электродвигателям должна осуществляться через автоматический максимальный масляный выключатель, или через предохранитель и маслянный выключатель.

§ 10. Внутри буровых вышек, нефтехранилищ и других помещений, опасных по содержанию нефтяного газа, допускается установка выключателей только безопасного от взрыва типа. Предохранители для низкого и высокого напряжения и обыкновенные выключатели должны быть устанавливаемы вне буровых вышек, нефтехранилищ или других помещений, опасных по содержанию в них нефтяного газа,—на отдельных столбах или снаружи каменных стен и вдали от мест, опасных в пожарном отношении.

## III. Устройство освещения.

§ 11. В том случае, когда питание буровой для снабжения энергией и освещения производится от общего провода, осветительная линия должна быть ответвлена до выключателя силовой линии.

§ 12. На территории промыслов применение дуговых ламп воспрещается. Лампы накаливания могут быть применяемы внутри вышек (откосах и башнях), только с герметической арматурой и снабженные стеклянными колпаками, с применением приспособлений для защиты от механических повреждений (предохранительные сетки, защитительные планки и т. п.) и защищены от стекания

на них жидкости. Вводные для проводов каналы в арматурах должны быть водонепроницаемы (заливка компаундом и т. п.).

Освещение вышек для бурения должно производиться постоянными и одной переносной электрическими лампами с герметической арматурой, снабженными стеклянными предохранительными колпаками и в переносных еще металлической сеткой и гибким с металлической защитной оболочкой шнуром достаточной длины.

Внутри буровых разрешается применение штепсельных соединений лишь специальной конструкции, обеспечивающей достаточную изоляцию и устранящей возможность возникновения пожара при размыкании или соединении. Обыкновенные штепсельные соединения могут устанавливаться снаружи на столбах в закрывающихся коробках.

В пределах промыслов воспрещается питание ламп накаливания непосредственно током высокого напряжения.

Снятие колпаков ламп разрешается только при условии предварительного размыкания всех проводов, подводящих ток к данной лампе.

## IV. Помещения для электродвигателей, трансформаторов и распределительных устройств.

§ 13. Помещения для электродвигателей, трансформаторных подстанций, распределительных пунктов и т. п. должны быть устраиваемы из огнестойкого материала на фундаментах достаточной высоты для предупреждения возможности затопления этих помещений нефтью или водой. Трансформаторные подстанции и распределительные пункты должны быть расположены не ближе 10 m от центра скважин, стенок резервуаров, грани нефтяных амбаров и помещений, предназначенных для хранения и перекачки легко воспламеняющихся веществ. Лицам, не принадлежащим к обслуживающему персоналу, доступ в помещения с электрическими машинами и устройствами должен быть запрещен.

§ 14. Входная дверь в помещение для электродвигателей трансформаторных подстанций и распределительных пунктов должна отворяться наружу и иметь предостерегающие знаки об опасности. Расположение дверей со стороны буровой и против ремня от электродвигателя воспрещается. Уже имеющиеся в названном помещении окна или заменяющие их и служащие для вентиляции отверстия должны быть снабжены густой железной сеткой.

Входная дверь помещений для электродвигателей, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов должна быть запираема способом, допускающим легкое и быстрое открытие ее без ключа изнутри (напр. американский замок).

Ключи от названных помещений для открывания двери снаружи должны храниться у лиц, имеющих право доступа в помещения, а запасные ключи - в конторе каждого промысла.

§ 15. Помещения для электродвигателей, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов должны быть внутри достаточно освещены, при чем выключатель для такового освещения должен помещаться непосредственно у входной двери с внутренней стороны помещения. Вход в неосвещенное помещение для электродвигателей, в котором можно ожидать появляния взрывчатых газов, без ручного фонаря, безопасного в пожарном отношении, воспрещается. В помещениях для электродвигателей арматура для освещения и упомянутый выключатель для него должны быть герметическими.

§ 16. Тяга, ведущая от тартальщика или от тормазного к масляному выключателю, для выключения последнего, должна быть проведена так, чтобы исключалась какая-либо возможность соприкосновения ее с проводами, несущими ток высокого напряжения.

§ 17. Питание электроустановок может производиться как с трансформаторных подстанций открытого наружного типа, так и с трансформаторов, установленных на столбе, при соблюдении следующих правил:

а) Расстояние столба от центра скважин, стенок резервуаров, грани нефтяных амбаров и помещений должно быть не менее 10 m.

б) Трансформаторы должны быть установлены на высоте не менее 4 m от уровня земли.

## V. Электрические провода для передачи и распределения электрической энергии.

### А. Низкое напряжение.

§ 17. Сеть, питающая электрические приемники на нефтяных промыслах, должна быть секционирована при помощи разъединителей таким образом, чтобы, при различного рода авариях, отдельные участки ее могли быть легко выключены.

§ 19. Для проводок в буровых вышках должны применяться бронированные кабели и провода с вулканизированной резиной, которые в местах возможного механического повреждения должны быть защищены соответственным образом.

§ 20. Вблизи фонтанирующих и выделяющих большое количество газов буровых вышек, а также при всех тех случаях, когда применение открытого огня опасно, производство горячей спайки проводов воспрещается.

§ 21. В закрытых помещениях, а также внутри буровых вышек, насосных помещений и других зданий технического назначения, прокладка голых проводов не допускается.

§ 22. В помещениях с высокой температурой не должны прокладываться такие провода, изоляция которых может повредиться при наибольшей могущей быть в данном помещении температуре.

§ 23. В очень сырых помещениях и буровых вышках следует вводить провода в герметически закрытые приборы и арматуры так, чтобы в местах ввода влага не могла проникнуть между изоляцией и жилой провода.

## B. Высокое напряжение.

§ 24. В черте охраны промыслов, в местностях застроенных, провода высокого напряжения должны быть применяемы в виде подземных кабелей, за исключением линий передач магистрального значения, для прокладки которых в виде воздушных линий требуется лишь разрешение местного горного надзора; прокладка голых проводов внутри и снаружи зданий воспрещается. В местностях незастроенных применение воздушных линий может быть допущное с разрешения местного горного надзора, при чем они должны быть проложены на опорах с соблюдением существующих правил и норм, а также § 26 и 27 настоящих правил и при условии, что расстояние проводов от устья скважин будет не менее 10 m.

§ 25. В буровых вышках, насосных отделениях и в прочих местах в пределах промыслов, где подземные кабели высокого напряжения выступают на дневную поверхность, они должны быть сделаны недоступными посторонним лицам и защищены от механических повреждений дополнительным, кроме брони, металлическим заземленным покрытием.

§ 26. Воздушные линии передачи и распределения электрической энергии должны быть устраиваемы согласно «Норм для механического расчета линий электропередач», одобренных ЦЭС'ом в 1922 г., при чем, в изменение § 3 указанных норм для Бакинского района, давление ветра непосредственно на опору надлежит принимать на высоте до 30 m в 125 kg/m² проекции подверженных действию ветра частей опор на плоскость нормальную к направлению ветра.

В изменение § 6 тех же норм расчет прочности провода для Бакинского района надлежит производить, принимая предусмотренное § 6 давление ветра на провод покрытого слоем гололеда с проверочным расчетом для давления ветра в 5 kg/m² на проекцию провода, не покрытого гололедицей.

§ 27. При устройстве воздушных линий передачи и распределения электрической энергии в черте охраны нефтяных промыслов, должны соблюдаться требования § 26 настоящих правил.

§ 28. Воспрещается на одних и тех же опорах подвешивать провода высокого и низкого напряжений, за исключением линий служебного пользования и при том только с соблюдением § 6 «Правил Безопасности» VIII ВЭС, одобренных ЦЭС'ом.

§ 29. При пересечении воздушных и подземных линий с путями сообщение и линиями слабого тока следует применять «Нормы для пересечения линиями передачи энергии железнодорожных линий, шоссейных и грунтовых дорог и судоходных рек и каналов», одобренные ЦЭС'ом в 1925 г. и «Нормы для пересечения линиями передачи энергии телеграфных и телефонных линий», одобренные ЦЭС'ом.

---

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР. Красная 1.
Ленинградский Гублит 37.826 Тираж 1.700 экз. 1/2 л.

Цена — 15 коп.

Для членов Съезда—бесплатно.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила и нормы для электротехнических устройств на судах торгового флота *).

### I. Общие положения **).

1. Электрические установки на судах могут оборудоваться как постоянным, так и переменным током частотою 50 периодов в секунду. В качестве нормальных напряжений у приемников допускаются:

Постоянный ток:
Осветительные цепи 110 и 220 V.
Силовые и отопительные цепи 110 и 220 V.

Переменный ток:
Осветительные цепи 120 V.
Силовые и отопительные цепи 210 V.

2. Ни в каком случае не допускается пользоваться корпусом судна в качестве обратного провода.

3. В жилых помещениях и помещениях, доступных для пассажиров, все части электрического оборудования судна, находящиеся под напряжением, должны быть недоступны для случайного соприкосновения.

4. На судне должна иметься схема электрических соединений главной распределительной доски и магистральных проводов,

---

*) Направлены XXII Сессией Пленума ЦЭС. 1927 г. для дальнейшего согласования.

**) Настоящие правила и нормы предусматривают электрические устройства на судах, не относящиеся к группе устройств по электродвижению их.

Правила имеют силу для вновь сооружаемых электрических судовых установок и для электрических оборудований на построенных ранее судах, выходящих из капитального ремонта.

с показанием распределения электрических двигателей, ламп, всех имеющихся предохранителей и выключателей и с указанием сечения проводов. Эта схема должна быть вывешена около распределительной доски.

5. Все испытания на пробой повышенным напряжением отдельных предметов электрического оборудования судовых установок, предписываемые нижеследующими правилами, производятся лишь на заводе, изготовляющем данные предметы.

## II. Электрические машины и трансформаторы.

6. Все машины и трансформаторы, устанавливаемые на судах, должны быть прочной конструкции и хорошо защищены от механических повреждений.

7. При выполнении судовой электрической установки рекомендуется комбинировать мощность и число генераторов таким образом, чтобы имелся в наличии аггрегат, на случай порчи или ремонта одного из них.

На морских судах должен быть предусмотрен, по крайней мере, один генератор, расположенный выше главной ватерлинии (см. прилож. § 10) и приводимый в движение двигателем внутреннего сгорания.

8. Около динамо-машины должно находиться запасное, независимое от нее, освещение (свечи в фонарях и т. п.).

9. На судах могут устанавливаться электрические машины следующих типов:

1) герметические,
2) безопасные от взрыва,
3) закрытые,
4) защищенные,
5) открытые.

} см. приложение.

10. Все машины, перечисленных выше типов, могут иметь искусственную вентиляцию.

11. При установке электрических машин и трансформаторов должны быть приняты меры, чтобы случайные образования пламени (искра, вольтова дуга, круговой огонь по коллектору и т. п.) не могли вызвать воспламенения или тления горючих предметов.

12. Генераторы и электродвигатели (кроме «безопасных от взрыва» и «герметических») должны быть расположены в хо-

рошо вентилируемом помещении, в котором не могут скапливаться воспламеняющиеся газы, и вдали от всяких огнеопасных матерьялов.

13. Установка электрических машин в помещениях, предназначенных для перевозки взрывчатых веществ, не допускается.

14. Генераторы и электродвигатели открытого типа должны быть расположены таким образом, чтобы была вполне обеспечена невозможность их механического повреждения и попадания воды, пара или масла.

15. Деревянная или другая, опасная в пожарном отношении, обшивка, деревянные дельные вещи и пр. не должны находиться от генератора или электродвигателя ближе чем на 30 cm по горизонтали и 120 cm по вертикали.

16. На всех мореходных судах оси вращения генераторов должны быть параллельны диаметральной плоскости судна.

17. Вблизи генераторов не должны находиться мелкие, хорошо проводящие ток, предметы, напр., металлические стружки, инструменты и изделия из металла, которые при случайном попадании на зажимы, коллекторы и другие неизолированные части могут вызвать короткое замыкание.

18. Электрические генераторы должны быть установлены на общем фундаменте со своими двигателями.

19. При наличии на судне двух и более генераторов, последние должны быть снабжены устройствами для возможности устойчивого распределения нагрузки между ними при параллельной работе.

20. Генераторные аггрегаты должны быть такой конструкции, чтобы при резком сбрасывании любой нагрузки в пределах от нуля до полной, колебание напряжения у их зажимов, без подрегулировки, не превосходило 5% от нормального напряжения.

21. Каждый из генераторов должен иметь регулировочный реостат такого размера, чтобы можно было при всех нагрузках и при перегрузке на 15% удержать напряжение в нормальных пределах, при чем для генераторов переменного тока коэффициент мощности должен быть принимаем не выше означенного на машине. Реостат этот должен быть рассчитан таким образом, чтобы включение или выключение каждой из его ступеней изменяло напряжение генератора не более, как на 1%.

22. Щетки у генераторов и электродвигателей должны быть угольные, при чем должна быть обеспечена возможность продольной перестановки щекодержателей вдоль всего коллектора для обеспечения равномерного его изнашивания.

23. Первичные двигатели генераторов должны быть снабжены приспособлениями, останавливающими автоматически аггрегат при увеличении скорости его вращения сыше 10% сверх нормальной.

24. Корпуса всех электрических машин и трансформаторов, устанавливаемых на морских судах и в сырых помещениях речных судов, должны быть тщательно соединены с корпусом судна.

25. Изоляция обмоток электрических машин и трансформаторов, в особенности устанавливаемых на морских судах, должна быть из сыростностойкого материала, т.-е. при изменении своих свойств вследствие гигроскопичности, обмотки не должны переставать быть годными для той цели, для которой они предназначены.

26. Машины, имеющие коллектор, должны при всякой нагрузке не превышающей допустимого предела, и при надлежащем положении приработавшихся щеток, работать без вредного искрообразования, не требуя изменения положения их, при всех колебаниях нагрузки от $^1/_4$ до полной нагрузки. Искрообразование допустимо лишь в такой степени, чтобы чистить коллектор стеклянною бумагой или т. п. требовалось не ранее, чем по истечении 24-часовой работы (обтирание тряпкой допускается и ранее этого срока).

27. Пусковые приборы электродвигателей должны располагаться возможно ближе к электродвигателю, причем между пусковым прибором и фидером следует включать рубильник. Пусковые приборы должны быть расположены в таких помещениях, где не могут накапливаться воспламеняющиеся газы и где поблизости не находятся легко воспламеняющиеся материалы.

28. Пусковые приспособления, контроллеры и пр. должны быть так расположены, чтобы была обеспечена невозможность их механического повреждения или повреждения от попадания воды, пара или масла. Там, где эти условия выполнить возможности не представляется, они должны быть водонепроницаемого типа.

Все, упомянутые выше, приборы должны быть так сконструированы и ограждены, чтобы была обеспечена безопасность обслуживающего их персонала.

29. Все сопротивления должны быть так рассчитаны, чтобы повышение их температуры, в нормальных рабочих условиях,

не представляло опасности для них самих и окружающих их предметов.

30. Внутренние соединения у сопротивлений и реостатов не должны быть выполнены при помощи спайки и все они должны быть расположены на фарфоровых трубках, за исключением тех, которые жестко закреплены в определенном положении. Внешние зажимы должны быть так расположены, чтобы внешняя цепь проводов не была подвержена высокой температуре.

31. Сопротивление изоляции машин и трансформаторов относительно корпуса после установки их на судах должно быть не менее 500 000 Ω.

32. Машины и трансформаторы для напряжения ниже 40 V должны испытываться напряжением не менее 100 V. Машины и трансформаторы с напряжением от 40 вольт и выше должны быть испытываемы напряжением переменного тока в 1000 V.

Машины и трансформаторы должны быть в состоянии выдержать подобное испытание в течение 1 минуты при пробном напряжении, превышающем нормальное на указанную величину. Испытание на пробивание производится в нагретом состоянии машины и повторение его, дабы не подвергать машину опасности возможного повреждения, допускается лишь в исключительных случаях и если машина не загрязнена и нет опасности, что изоляция ослаблена продолжительной работой.

33. Указанная величина относится как к изоляции обмоток и щеткодержателей по отношению к корпусу машин, так и к изоляции между разобщенными электрически между собою обмотками. В последнем случае, при обмотках с различным напряжением, принимается в расчет при испытании всегда наивысшее напряжение.

34. Испытание изоляции двух электрически соединенных между собой обмоток различного напряжения должно быть также производимо при напряжении относительно корпуса, соответствующем обмотке более высокого напряжения.

35. Вышеприведенные величины напряжения при испытании относятся лишь к испытанию переменным током, при чем имеются в виду эффективные значения. Если же испытание производится постоянным током, то величина напряжения при испытании должна равняться 1,4 вышеозначенной.

36. Если при работе машины одна из обмоток электрически соединена с корпусом, то при испытании изоляции на пробивание соединение это должно быть прервано; при испытании изоляции подобной обмотки по отношению к корпусу машины напряжение при испытании берется соответственно наибольшему напряжению, могущему возникнуть при работе машины между каким-либо местом обмотки и корпусом.

37. Испытание магнитных катушек, питаемых от постороннего источника, производится напряжением переменного тока в 1 000 V.

Обмотка ротора асинхронных двигателей испытывается напряжением в $2^1/_2$ раза большим наводимого в роторе во время пуска в ход, но не меньшим 100 V. Короткозамкнутые роторы не испытываются.

38. Машины и трансформаторы должны выдерживать повышенное на 30% рабочее напряжение в течение 5 минут.

Испытание машин на повышение напряжения может сопровождаться повышением числа оборотов до 15%, при этом, однако, не должно допускать перегрузки.

Это испытание имеет целью проверить лишь прочность изоляции и должно производиться при такой начальной температуре, чтобы повышение температуры не превзошло допускаемого предела.

39. За нормальную расчетную температуру окружающего воздуха, для случая, когда средой, служащей для охлаждения, является воздух, следует принимать 40° С.

40. Допустимые повышения температур определены путем вычитания из наивысших допустимых температур температуры окружающего воздуха в 40° С.

41. Машина может быть испытана при любом подходящем значении температуры окружающей среды, но какова бы ни была эта последняя, допустимые повышения температуры не должны превосходить значений, указанных в столбце 2-ом таблицы.

Дальнейшее повышение температуры на 5° С допускается для подвижных или неподвижных катушек возбуждения, с однослойной ленточной обмоткой, а также для неподвижных катушек, пропитанных или же построенных так, чтобы они представляли собою сплошную массу безвоздушных промежутков и с хорошей теплопроводностью.

## ТАБЛИЦА

**Допустимых пределов температур и повышения температуры для изолирующих материалов.**

| Род изоляции обмотки или название части. | Столбец 1-й. Наибольшие допустимые температуры. Градусы С. | Столбец 2-й. Наибольшие допустимые повышения температуры (при температуре помещения в 40° С). |
|---|---|---|
| Не пропитанная хлопчатая бумага . . . . . | 80° | 40° |
| Пропитанная хлопчатая бумага, бумага (листовая) . | 90° | 50° |
| Пропитанные жесткие катушки в желобах . . . . | 95° | 55° |
| Хлопчатая бумага и бумага в масле . . . . . | 95° | 55° |
| Эмалированная проволока . . . . . | 105° | 65° |
| Слюда, асбест, стекло, фарфор, миканит и подобные материалы . . . . . | 115° | 75° |
| Обмотки, постоянно замкнутые на себя, изолированн. | 100° | 60° |
| „ „ „ „ „ неизолированн. . . . . | 110° | 70° |
| Коллекторы, кольца . . . . . | 90° | 50° |
| Подшипники . . . . . | 80° | 40° |

Примечание. Если изоляция состоит из нескольких различных веществ, то за предельную температуру следует принять низшую температуру, относящуюся к различным примененным в этом случае изолирующим веществам. Изолирующая часть, хотя бы служащая поддержкой, всегда предполагается составляющей часть обмотки.

42. Измерение повышения температуры в машинах и трансформаторах должно быть производимо при нормальной мощности их и сообразно с различиями в характере работ, а именно:

1) при повторно-кратковременной работе (см. приложение) – по истечении одного часа непрерывной работы;

2) при временной работе (см. приложение)—после непрерывного действия машины в течение обозначенного на щитке условного рабочего времени;

3) при продолжительной работе (см. приложение):

а) в машинах—по истечении десяти часов;

б) в трансформаторах—по истечении промежутка времени, достаточного для достижения постоянной температуры.

43. Если в малых машинах постоянная температура достигается в течение промежутка времени, меньшего десяти часов, то измерение температуры может быть производимо через соответственно меньшие промежутки времени.

44. При измерении повышения температуры в машинах и трансформаторах с них не должны быть удаляемы, открываемы или сколько-нибудь заметно изменяемы в своем положении необходимые при работе их кожухи, покрышки, обшивки и т. п. Принятое в расчет при конструкции охлаждение, происходящее при практическом применении машин, может быть, вообще говоря, воспроизводимо искусственным путем при испытаниях их.

45. Под температурой окружающего воздуха следует понимать температуру притекающего в данное место воздуха; если же такового притока воздуха не существует, то берется средняя температура окружающего машину воздуха на половинной высоте машины, при чем измерение температуры производится в обоих случаях на расстоянии около 1 m от машины. В течение последней четверти периода испытания, температура воздуха измеряется несколько раз через равные промежутки времени и затем, берется средняя ее величина.

46. За исключением возбудительных катушек, питаемых постоянным током, и всех неподвижных обмоток, все части генераторов и двигателей испытываются на повышение температуры при посредстве термометра.

При измерениях термометром следует, по возможности, избирать места с наивысшей температурой. Измеренную в них температуру следует считать контрольной температурой для данной машины.

47. Если для измерения температуры применяется термометр, то следует озаботиться о возможно лучшей передаче тепла между соответствующей частью машины и термометром, пользуясь для

этого, например, фольгой. Во избежание потерь теплоты, шарик термометра вместе с тем местом, к которому он приставляется, прикрываются еще, кроме того, дурным проводником тепла, сухими концами, ватой и т. п.). Отсчитывание температуры производится лишь по прекращении подъема ртути.

48. Температура возбудительных катушек, питаемых постоянным током, и всех неподвижных обмоток генераторов и двигателей определяется из величины возрастания сопротивления. При этом температурный коэффициент сопротивления меди, если он не определяется для каждого отдельного случая особо, принимается равным 0,004.

49. В трансформаторах температура обмотки измеряется по увеличению сопротивления меди. Температурный коэффициент меди принимается равным 0,004.

50. При практическом применении машин и трансформаторов, перегрузка их может длиться лишь столь непродолжительное время, или иметь место лишь при таких условиях нагрева машин, когда не может быть превзойдено допустимое повышение температуры При этих ограничениях машины и трансформаторы должны выдерживать перегрузку в следующих пределах:

| | |
|---|---|
| Для генераторов, двигателей и преобразователей. | 25% в течение $^1/_2$ часа, причем при генераторах переменного тока коэффициент мощности должен быть принимаем не ниже означенного на машине. |
| Для двигателей, преобразователей и трансформаторов. | 40% в течение 3 минут, причем в двигателях должно поддерживаться нормальное напряжение у зажимов. |

Подобное испытание не должно отзываться на состоянии коллектора, для которого остается в силе условие § 20 для нормальной мощности.

51. Испытание механической и электрической способности машины выдерживать перегрузку должно начинаться при холодном состоянии машины, чтобы повышение температуры не могло превзойти допускаемого предела.

52. По отношению к механической прочности следует, чтобы машины, которые по условиям эксплоатации работают при почти

постоянном числе оборотов,—при холостом ходе без возбуждения и при полном возбуждении выдерживали повышение числа оборотов на 15% в течение 5 минут.

53. Генераторы и электродвигатели должны быть спроектированы таким образом, чтобы был обеспечен доступ к коллектору, щеткам, щеткодержателям и чтобы была вполне обеспечена смазка генератора и его работа при крене в 15°.

54. Зажимы генераторов и электродвигателей должны быть так расположены и ограждены, чтобы была исключена возможность прикосновения к ним, их заземления или короткого замыкания.

55. Изоляция выводных зажимов из гигроскопических материалов не допускается.

56. На каждом генераторе и электродвигателе должны быть металлические щитки, прочно прикрепленные к корпусу с указанием данных, перечисленных в параграфе 58.

57. На судне должны вестись формуляры на каждую машину и двигатель, где, кроме перечисленных всех данных со щитка, должны быть даны сведения, какие, где и когда производились ремонты и переделки.

58. Сведения, которые должны быть указаны на щитке, прикрепленном к машине:

## I. Генератор и электродвигатель постоянного тока.

1. Возбуждение независимое, последовательное, параллельное или смешанное.
2. Мощность в киловаттах, с указанием характера работы.
3. Напряжение на зажимах в вольтах.
4. Нормальная сила тока в амперах.
5. Число оборотов в минуту.
6. Вес в килограммах.
7. Число цепей якоря.
8. Данные обмотки якоря, сечение проводников, длина обмоток и сопротивление якоря.
9. Данные обмоток возбуждения: сечение проводников, длина обмоток и сопротивление их.
10. Направление вращения.

## II. Альтернатор.

1. Частота.
2. Число полюсов.
3. Число фаз.
4. Мощность в киловаттах с указанием характера работы.
5. Напряжение на зажимах в вольтах, соответствующее нормальной мощности.
6. Сила тока в амперах.
7. Число оборотов в минуту.
8. Сечение проводников и длина обмоток статора и ротора.
9. Вес в килограммах.

## III. Синхронный двигатель.

1. Частота.
2. Число полюсов.
3. Число фаз.
4. Мощность в киловаттах с указанием рода нагрузки.
5. Напряжение в вольтах.
6. Сила тока в амперах.
7. Число оборотов в минуту.
8. Сечение проводников и длина обмоток статора и ротора.
9. Если электродвигатель предназначен для работы с коэффициентом мощности отличным от единицы, то должны быть соответствующие указания.

## IV. Трансформатор.

1. Частота.
2. Число фаз.
3. Мощность на зажимах вторичной обмотки в киловольтамперах, с указанием характера работы.
4. Сила тока первичной и вторичной обмотки в амперах.
5. Высокое напряжение в вольтах.
6. Низкое напряжение в вольтах.
7. Обозначение зажимов и способ соединения фазных обмоток.
8. Сечение проводников и длина первичной и вторичной обмоток.
9. Вес в килограммах.

### V. Индукционный двигатель.

1. Частота.
2. Число полюсов.
3. Число фаз.
4. Механическая мощность в киловаттах, с указанием характера работы.
5. Напряжение на зажимах в вольтах.
6. Сила тока в амперах.
7. Число оборотов в минуту при нормальной нагрузке.
8. Сечение проводников и длина обмоток статора и ротора.
9. Вес в килограммах.

### VI. Одноякорный преобразователь.

1. Частота.
2. Число полюсов.
3. Число фаз.
4. Вторичная мощность в киловаттах или киловольтамперах с указанием характера работы.
5. Напряжение в вольтах на зажимах постоянного тока.
6. Напряжение в вольтах на зажимах переменного тока.
7. Сила постоянного тока в амперах.
8. Сила переменного тока в амперах.
9. Число оборотов в минуту.
10. Размеры проводников якоря и обмотки возбуждения.
11. Вес в килограммах.

Примечание I. На щитке машины, предназначенной для работы при нескольких различных режимах, должны быть необходимые указания относительно всех этих режимов.

Примечание II. Рекомендуется помещать на щитках машин, соответствующих настоящим правилом, особые отличительные знаки—как например «Н. Ц. Э. С. 1925».

Примечание III. В случае прямоугольного сечения у проводников обмоток необходимо указывать оба линейных измерения сечения.

## III. Главные и вторичные распределительные доски и устройства.

59. Отдельные приемники, потребляющие более 6 А, непосредственно приключаются к вторичным распределительным доскам (подстанциям) или к соответствующей панели главной распределительной доски.

Приемники, потребляющие в сумме не более 6 А, при помощи ответвительных и соединительных коробок соединяются в группы, при чем число приемников в каждой группе не должно быть свыше 10. Каждая группа присоединяется к соответствующей вторичной распределительной доске (подстанции).

60. Распределительные доски и устройства должны быть из огнестойких и негигроскопических материалов. Применение дерева и шифера не допускается. Применение мрамора допускается лишь на распределительных досках речных судов, при условии надлежащей изоляции всех токоведущих частей.

61. Применения алюминия и его сплавов в качестве токоведущих частей распределительных устройств и для их конструктивных частей не допускается.

62. Никакое устройство из дерева или другого воспламеняемого материала не должно быть помещаемо вблизи токоведущих частей распределительных устройств, как главных, так и вторичных, ближе, чем на 30 cm по горизонтали и 120 cm по вертикали.

63. Выключатели и все приборы, предназначенные для прерывания тока, должны быть легко доступны и так расположены, чтобы случайное, вызываемое, однако, условиями работы образование искр или вольтовой дуги, не могло причинить вреда обслуживающему персоналу, воспламенить соседние предметы или произвести короткое замыкание или соединение с корпусом судна.

64. Освещение главных распределительных досок и распределительных устройств должно быть таково, чтобы представлялось возможным наблюдать за показанием и действием приборов. На случай внезапного прекращения рабочего электрического освещения для главных распределительных устройств должно быть предусмотрено устройство освещения от независимого источника света.

65. Распределительные доски должны быть так устроены, чтобы на находящиеся под напряжением части не могли попадать посторонние предметы. Равным образом, должны быть приняты меры против механических повреждений попадания на них брызг воды, масла и пара от вблизи работающих механизмов, а также против вредного влияния тепла от вблизи находящихся паропроводов и механизмов.

66. Не допускается установка распределительных досок, как главных, так и вспомогательных, в помещениях, где может проис-

ходить скопление легко воспламеняемых веществ и взрывчатых газов.

67. На распределительных досках, как главных, так и вспомогательных, должны быть расположены все приборы, которые обеспечивали бы безопасность управления электрической установкой и контроль за изоляцией.

68. Все измерительные приборы, предохранители, выключатели, рубильники и переключатели, как главных, так и вторичных распределительных досок должны иметь ясные и нестираемые надписи, указывающие для какой цели, какой группы приемников или к какому помещению они принадлежат.

69. Расположение распределительной доски и приборов на ней должно быть таково, чтобы обслуживание и наблюдение за приборами, установленными на распределительной доске, было удобно и доступно.

70. Главные и вторичные распределительные доски и устройства, которые требуют доступа для обслуживания с обратной стороны, должны быть обеспечены проходом, шириною не менее 75 cm.

В проходах не должны находиться предметы, которые могли бы стеснять свободу движения и должны быть приняты все меры для ограждения личного состава судна от случайных соприкосновений с оголенными токоведущими частями распределительных устройств, могущих произойти, как вследствие качки судна, так и других причин.

71. Распределительные доски, недоступные с обратной стороны должны быть так устроены, чтобы возможно было проверить места присоединения проводов. В этом случае присоединение проводов должно происходить после укрепления доски на месте, каковое не должно производиться наглухо. Самые присоединения должны быть вполне доступны для осмотра и разъединения с лицевой стороны. Токоведущие части и места присоединения проводов должны быть или хорошо изолированы или удалены от переборок и металлических устройств судна на расстояние не менее чем на 10 cm.

72. Распределительные доски, к токоведущим частям которых нет доступа с обратной стороны, должны быть выполнены так, чтобы доску можно было снять для контроля с обратной стороны, и чтобы все части были так укреплены, чтобы не могло произойти каких бы то ни было произвольных перемещений при качке и крене судна.

73. Допускаются распределительные доски, которые для осмотра могут быть выдвинуты из своего рабочего положения или повернуты, как дверцы. На случай, когда такие подвижные устройства выдвинуты или повернуты во время хода судна, должны быть предусмотрены соответствующие приспособления для удержания их на месте в этом положении во время качки.

74. Скрещение токоведущих частей на распределительных досках должно быть по возможности избегаемо. Если же таковое неизбежно, то токоведующие части должны быть изолированы друг от друга негигроскопичным и огнестойким материалом, соответствующим применяемому рабочему напряжению, или укреплены таким образом, чтобы соприкосновение их представлялось невозможным.

Примечание: Достаточною изоляциею могут служить изолирующие трубки, толщина стенок которых и качество материала должны находиться в соответствии с рабочим напряжением и с условиями работы электроустановок.

75. Токоведущие части должны быть соответствующим образом укреплены во избежание касания их между собою при сотрясениях судна, а также от взаимодействия проходящих токов и прогибания токоведущих частей от нагревания. Все внутренние соединения должны быть выполнены по возможности жесткими, надежно изолированными проводами и шинами и обеспечены от разъединения при сотрясении судна. Все ответвления проводов на распределительной доске должны производиться только при помощи кабельных наконечников, контактная площадь которых должна быть не менее 5-кратной площади поперечного сечения соединяемых медных проводов. В этом случае применение для спаек составов, химически действующих на металл, не разрешается.

76. Шины и голые соединительные провода на распределительных устройствах должны быть так рассчитаны, чтобы их средняя температура не превосходила более, чем на 30°С температуру окружающего воздуха, когда по ним проходит ток максимальной величины для данного распределительного устройства, причем температура в отдельных токоведущих частях может превзойти среднюю температуру на 5°С. В случае соединительных проводов, покрытых резиновой изоляцией, температура их не должна превосходить 50°С.

77. Различные токоведущие части распределительных устройств должны быть установлены на таком расстоянии друг от друга или так разделены изолировочными несгораемыми прокладками, чтобы не могло образоваться между ними вольтовой дуги.

78. Ответвления от магистралей и групповых проводов делаются помощью ответвительных коробок, соединительных коробок, секционных досок и подстанций.

Примечание 1. Подстанцией называется вторичная распределительная доска, которая распределяет ток главных магистралей по вспомогательным магистралям или же питает непосредственно приемники тока.

Примечание 2. Секционной доской называется такое распределительное устройство, которое имеет своим назначением разделить главную или вторичную магистраль или вообще сеть на отдельные участки, при чем такое разделение на секционной доске производится помощью выключателя или разъединителя.

Примечание 3. Магистральной коробкой называется такое распределительное устройство, закрытого или открытого типа, в котором производится ответвление тока от главных магистралей к распределительным проводам, при чем магистральные коробки включаются непосредственно в магистральные проводники и кабели и ответвления от них производятся через предохранители.

Примечание 4. Ответвительной коробкой называется такое распределительное устройство, закрытого или открытого типа, в котором производится ответвление тока от вспомогательной магистрали к проводу, ведущему непосредственно к приемнику тока, при чем это ответвление производится через предохранители.

Примечание 5. Соединительной коробкой называется такое распределительное устройство, в котором производится соединение отдельных концов проводников или ответвлений проводников одного сечения, не требующих установки между ними предохранителя.

79. Секционные доски и подстанции должны быть помещены в защитном ящике, за исключением тех, которые по своим размерам требуют специального помещения, или таких, которые размещены в электромашинных помещениях, доступных лишь специально обученному личному составу корабля.

80. В тех помещениях, для которых настоящими правилами предусматривается установка приемников тока и арматуры герметического или водонепроницаемого типа, соответственно и ящики

для секционных досок и подстанций должны быть герметического или водонепроницаемого типа.

81. Устройство и распределение проводов и всего электрического и механического оборудования подстанций и секционных досок, помещенных в ящике, должно соответствовать нормам, указанным настоящими правилами для распределительных станций.

82. Настоящими правилами не разрешается производство соединений и ответвлений кабеля посредством спайки, а потому соединения кабеля и провода должны быть произведены через посредство ответвительных или соединительных коробок.

83. Ответвительные и соединительные коробки должны быть герметического или водонепроницаемого типа там, где настоящими правилами предусматривается установка таковых; во всех остальных случаях ответвительные и соединительные коробки могут быть закрытого типа.

84. Крышки ответвительных и соединительных коробок водоненпроницаемого типа должны быть снабжены для более плотного соединения с коробкой резиновыми прокладками, а кабель или провод должен быть введен через сальник.

85. Защитные ящики должны быть из металла; применение дерева или какого-либо другого неогнестойкого материала для изготовления ящиков не допускается.

86. Все защитные ящики должны быть сконструированы и установлены таким образом, чтобы исключалась возможность перекидывания дуги на корпус, а также образование дуги между полюсами.

87. Если стекло образует переднюю часть ящика, то это стекло должно находиться от токоведущих частей на расстоянии не менее, чем 2,5 cm. Стекло может рассматриваться как требуемая настоящими правилами изолирующая прокладка для ящика.

88. Все крышки защитных ящиков водонепроницаемого и закрытого типа должны быть установлены на резине и кабель в них должен вводиться через сальники.

## IV. Электрические аккумуляторы.

89. Электрические аккумуляторы для питания вспомогательных цепей тока могут быть кислотные (свинцовые) или щелочные (железо-никкелевые).

90. Каждая аккумуляторная батарея должна быть смонтирована в прочном деревянном ящике, окрашенном специальной краской или иным составом, предохраняющим дерево от разъедания его электролитом. Ящик должен быть снабжен ручками для удобной переноски батареи с места на место.

91. Отдельные аккумуляторы, составляющие батарею, должны быть смонтированы в ящике таким образом, чтобы батарея допускала уклоны в 30° во всех направлениях без пролития электролита.

92. В батареях со свинцовыми аккумуляторами не допускается применение целлулоидных или иных легко воспламеняющихся сосудов для элементов.

93. Зажимы батареи должны быть выведены на наружную поверхность ящика и иметь соответствующие обозначения (плюс и минус).

94. На внутренней стороне крышки ящика должна быть прикреплена инструкция по уходу за батареей и указаны следующие данные: среднее рабочее напряжение батареи, емкость батареи при нормальной силе разрядного тока, предельное напряжение каждого аккумулятора при разряде, сила зарядного тока и нормальная плотность электролита.

95. Аккумуляторные батареи должны содержаться в чистоте и зажимы батареи после очистки должны быть покрыты тонким слоем вазелина.

96. Отверстия в крышках каждого аккумулятора следует держать закрытыми и только на время зарядки батареи пробки следует вынимать и закрывать их лишь по истечении 4-х часов после окончания зарядки.

97. Во избежание взрыва во время зарядки батареи не следует подносить огонь к аккумуляторам (напр. не зажигать спичек около аккумулятора).

98. Следует остерегаться случайного замыкания зажимов батареи или отдельных аккумуляторов на коротко.

99. Не следует хранить щелочные аккумуляторы в тех помещениях, в которых производится зарядка или разрядка кислотных (свинцовых) аккумуляторов.

100. При зарядке-разрядке батареи, а также при хранении батареи в случае ее бездействия, следует строго руководствоваться имеющимися инструкциями и правилами ухода за аккумуляторными батареями.

101. Аккумуляторные батареи должны быть так укреплены в своих помещениях, чтобы при качке судна они не могли передвигаться или опрокинуться.

102. Аккумуляторные помещения должны быть хорошо вентилируемы, а все части корпуса судна в этих помещениях должны быть хорошо защищены от действия выделяющихся из аккумуляторов газов.

103. Электродвигатель вентилятора должен быть водонепроницаемого типа, или он должен находиться вне аккумуляторного помещения.

104. Для осмотра и работ в нефтеналивных трюмах и кофердамах применяются переносные аккумуляторные фонари специальной конструкции, разрешенной для работ в помещениях опасных по отношению ко взрывам.

## V. Приборы.

### I. Общие требования.

105. Все приборы, устанавливаемые на судах, должны быть прочной конструкции, хорошо защищенными от механических повреждений и от попадания в них масла, сора, пыли и грязи и иметь ясные надписи, указывающие способ обращения с ними для предполагаемого действия. Обмотки их, в особенности у приборов, устанавливаемых на морских судах, не должны портиться от действия морской воды.

106. Приборы, как установленные на распределительных досках, так и в других местах, должны быть так сконструированы и установлены, чтобы вызываемое условиями работы образование вольтовой дуги или искр не могло причинить обслуживающему персоналу вреда, воспламенить соседние предметы и произвести короткое замыкание или соединение с корпусом судна.

107. Приборы должны быть такого устройства, чтобы части их, находящиеся под напряжением по отношению к корпусу судна, были предохранены от случайного с ними соприкосновения.

108. Кожухи всех приборов, установленных на морских судах и в сырых помещениях речных судов, должны быть тщательным образом соединены с металлическим корпусом судна, во избежание

большой разности напряжения между арматурой и корпусом судна при порче изоляции прибора от сырости или иных причин.

Примечание. При установке прибора непосредственно на металлических частях, связанных с корпусом судна, специальных соединений кожухов приборов с корпусом судна делать не требуется, если соединительные болты или винты незакрашены и очищены от ржавчины.

109. В помещениях, опасных в пожарном отношении и по отношению к взрывам, не допускается установка электрических приборов, могущих вызвать появление электрических искр, как-то выключателей, штепселей, предохранителей и т. п.

110. Приборы должны быть так рассчитаны, чтобы при наибольшем рабочем токе они не могли нагреваться до температуры, нарушающей их правильное действие или опасной для находящихся вблизи предметов.

а) Токоведущие части приборов должны быть расположены на огнестойких, негигроскопичных и не разрушающихся при сотрясениях судна изолирующих основаниях. Шифер, мрамор, фибра для этой цели не рекомендуется. Защитные покрытия должны быть достаточно прочны в механическом отношении и надежно укреплены.

б) Применение чистого алюминия и его сплавов в качестве материала для приборов и защитных покрытий для морских судов, не допускается.

в) Пропитанное дерево в качестве установочного материала в контроллерах и других приборах не допускается.

111. Приборы, предназначенные для установки на судах, должны быть:

а) защищенного типа, в помещениях где установлены главные распределительные станции, а также там, где настоящими правилами не требуется установки герметических приборов и прокладки освинцованных кабелей (см. приложение § 7а);

б) водонепроницаемого типа, в помещениях, где настоящими правилами требуется прокладка освинцованных кабелей и установка герметической арматуры (см. приложение § 7б);

в) герметического типа, как например, измерительные приборы (см. приложение § 7в).

112. Приборы должны быть так сконструированы и установлены, чтобы места ввода проводов имели достаточную степень изоляции по отношению к корпусу судна и другим проводам.

113. Сопротивление изоляции относительно корпуса приборов: выключателей, предохранителей, реостатов, измерительных и прочих электрических приборов должно быть не менее 1 000 000 Ω.

114. Соединение приборов с проводами должно быть достаточно надежно, не отдаваться при сотрясениях корпуса судна, не вызывать опасных местных нагреваний и находиться на достаточном расстоянии от металлических частей корпуса судна.

а) Соединение приборов с проводами должно производиться посредством винтов или другого равнозначущего этому способа.

Концы магистралей и кабелей, входящих в измерительные и другие приборы, должны быть снабжены кабельными наконечниками или же спаиваться в кабелях оловом без применения кислот. Вообще все шнуры и многопроволочные провода до 6 $mm^2$ и отдельные проволоки могут быть присоединены к приборам посредством конца, загнутого в виде ушка.

Многопроволочные провода, свыше 6 $mm^2$, должны быть снабжены кабельными наконечниками или равнозначущими с ними приспособлениями.

При шнурах и многопроволочных проводниках всякого рода следует концы отдельных проводников спаивать оловом без применения кислот, если они не снабжены кабельными наконечниками или иными соединительными частями.

б) Кабель вводится в водонепроницаемую и герметическую арматуру при помощи сальников.

115. При испытании партии однотипных приборов испытывается не вся партия, а только часть приборов в количестве 5%.

## 2. Измерительные приборы.

116. На судах допускается установка приборов II и III классов, которые отличаются друг от друга допускаемой степенью точности показаний, в зависимости от предъявляемых к ним требований.

На судах могут быть установлены приборы следующих систем:

1) магнито-электрические (с постоянными магнитами и подвижной катушкой),

2) электромагнитные,

3) электродинамические (с железом, без железа или с магнитным экраном),

4) индукционные,

5) тепловые,

6) вибрационные.

Для определения системы прибора употребляются условные обозначения, помещаемые на шкалах приборов:

Таблица (см. отд. листок).

117. Измерительные приборы должны удовлетворять общим техническим условиям по нормам Ц. Э. С. и в то же время удовлетворять нижеследующим требованиям:

а) корпуса приборов могут быть чугунные или медные; в последнем случае они снабжаются железным экраном, предохраняющим от влияния внешних токов.

б) Внутри прибора применение фибры и других несыростестойких материалов не допускается.

в) Каждая цепь тока в приборе должна быть вполне изолирована как от корпуса, так и от магнитов.

г) Стрелки приборов, должны иметь такую форму, которая давала бы возможность видеть положение ее на расстоянии.

д) Шкалы общих амперметров главных станций и подстанций должны быть рассчитаны с избытком на 15% сверх максимальной нагрузки, шкалы же амперметров отдельных электродвигателей с избытком на 40% сверх нормальной нагрузки электродвигателей. Деление шкалы, соответствующей нормальной нагрузке, должно быть отмечено красной чертой.

е) Шкалы вольтметров должны быть рассчитаны с избытком на 20% и деление, соответствующее нормальному рабочему напряжению, должно быть обозначено красной чертой.

ж) Расстояние между двумя соседними чертами шкалы должно быть не менее 1 mm.

з) Если направление тока влияет на показание прибора, то зажимы его должны иметь обозначения: плюс и минус, при чем положительный зажим должен быть помещен с правой стороны прибора, если смотреть на него со стороны шкалы.

Нуль шкалы должен находиться с левой стороны прибора; в профильных приборах нуль должен быть слева или внизу.

118. На лицевой стороне каждого прибора должны быть отчетливо обозначены:

1. Марка завода.
2. Заводский номер и год изготовления.
3. Указание единиц измеряемой величины.
4. Класс прибора.
5. Условное обозначение рода тока.
6. Условное обозначение класса прибора,
7. Для приборов переменного тока обозначение частоты или ее пределов, при которых гарантируется точность прибора.

Если амперметры имеют отдельные наружные шунты, то на шкале прибора делается надпись «с отдельным шунтом»,

Амперметры переменного тока, включаемые через трансформатор, долны иметь надпись «с трансформатором тока $\frac{\cdots\cdots}{\cdots\cdots}$ А» (в числителе должна быть указана первичная, а в знаменателе—вторичная сила тока).

Вольтметры, снабженные отдельным добавочным сопротивлением, должны быть снабжены надписью «с отдельным добавочным сопротивлением».

119. Изоляция приборов должна быть такова, чтобы они могли выдержать в течение одной минуты напряжение переменного тока, при частоте 50 пер. в сек., указанное в таблице:

| Для приборов, предназначенных для включения в цепь с напряжением. | Испытательное напряжение. |
|---|---|
| 0— 50 V. | 500 V. |
| 51—250 » | 1000 » |

Испытательное напряжение должно быть приложено между соединнными вместе зажимами прибора и его корпусом. При этом напряжение должно быть постепенно повышено до требуемой величины и выдержано затем в течение одной минуты.

Такому же испытанию подвергаются и вспомогательные части прибора, шунты, добавочные сопротивления и измерительные трансформаторы.

120. При испытании на перегрузку амперметры и последовательные обмотки ваттметров, а также шунты приборов, должны выдерживать без всяких повреждений и каких либо остаточных

изменений перегрузку в течение 45 минут током, на 20% большим номинального (наибольшего значения обозначенного на шкале амперметра или ваттметра); кроме того, указанные приборы должны выдержать мгновенную перегрузку током на 100% больше номинального.

121. Вольтметры, а также тонкие обмотки ваттметров на перегрузку не испытываются, но должны выдерживать без всяких повреждений и каких либо остаточных изменений действие своего номинального напряжения (т. е. отвечающего наибольшему отклонению стрелки прибора) в течение 45 минут. Такому же испытанию подвергаются и добавочные сопротивления вольтметров и ваттметров.

122. Ни одна часть шунта не должна нагреваться более чем на 30° сверх температуры окружающей среды при прохождении номинального тока через 45 минут после включения.

123. Изменение показаний амперметров и вольтметров под действием внешнего магнитного поля, напряжением в 5 гауссов при наибольшем отклонении стрелки не должно превосходить 3% от наибольшего показания.

Примечание 1. Для приборов переменного тока магнитное поле должно быть также переменным и в фазе с током, проходящим через прибор.

Примечание 2. Напряжение магнитного поля в 5 гауссов получается в середине плоской круглой катушки, диаметром 100 cm. при токе дающем 400 ампер-витков.

124. Приборы должны быть так уравновешены, чтобы они удовлетворяли следующим условиям:

1) без включения тока стрелка должна оставаться на нуле, как при горизонтальном, так и при вертикальном положении оси подвижной системы прибора;

2) без включения тока стрелка прибора не должна отклоняться больше, чем на 1% от длины шкалы при повороте прибора вокруг оси подвижной системы в ту же сторону и на тот же угол, на который повертывается стрелка при номинальном токе, проходящем через прибор. При этом ось подвижной системы должна оставаться горизонтальной.

125. Затухание колебаний стрелки прибора должно быть таково, чтобы была возможность быстрого отсчета. Время, прошедшее от

момента включения прибора до успокоения его стрелки, должно быть не более 3-х секунд, причем стрелку следует считать успокоившейся, когда ее колебания составляют 1% от длины шкалы. Определение времени затухания следует производить при включении прибора на его половинную нагрузку.

126. Погрешность показаний прибора определяется на протяжении рабочей части шкалы (у приборов с равномерной шкалой, между 10 и 100%, а у приборов с неравномерной шкалой между 25 и 100% наибольшего показания, включая пределы) при соблюдении следующих условий:

а) при нормальном положении прибора,

б) при любом расположении относительно плоскости магнитного меридиана,

в) при частоте 50 периодов в секунду, или той, которая обозначена на приборе,

г) при температуре 30° С,

д) для ваттметров—при коэффициенте мощности, равном единице,

е) для ваттметров и частотомеров—при напряжении, обозначенном на приборе.

При этом приборы, имеющие обмотки, включаемые параллельно приемникам, должны быть предварительно прогреты в течение 15 минут действием нормального напряжения.

124. Наибольшая, допускаемая погрешность приборов, выраженная в %% от наибольшего показания, не должна превосходить следующих величин, указанных в таблице:

| Система приборов. | Приборы 2 класса | Приборы 3 класса |
|---|---|---|
| 1. Вольтметры магнито-электрические . . . . . | ± 1,0 | ± 2,0 |
| 2. Вольтметры других типов . . | ± 2,0 | ± 4,0 |
| 3. Амперметры магнито-электрические . . . . . | ± 1,0 | ± 2,0 |
| 4. Амперметры других типов . . | ± 2,0 | ± 4,0 |
| 5. Ваттметры . . . . . | ± 3,0 | — |
| Частотомеры вибрационного типа . . . . . | 1% от соответствующего показания. | |
| Частотомеры иных типов . . | 1% от полусуммы крайних показаний. | |

Кроме того, погрешность приборов определяется при повышении температуры до 60° С и она может быть увеличена сверх пределов, указанных в таблице, для приборов 2 класса еще на $\pm$ 2%, а для приборов 3 класса—на $\pm$ 3%, на каждые 10° С.

### 3. Плавкие предохранители.

128. Электрические устройства и их отдельные части должны быть защищены предохранителями с плавкими мостиками или пробками на обоих полюсах или на всех фазах (см. приложение, § 8 а, б, в).

129. Предохранитель должен соответствовать силе рабочего тока в защищаемом им проводе и во всяком случае быть согласован с данными нижеприведенной в § 181 VI отдела таблицы и указаниями § 146 (см. приложение § 8 г).

130. Предохранитель разрешается заменять автоматом в тех случаях, когда необходимо по условиям работы быстрое восстановление прерванного тока.

131. Плавкие предохранители и автоматические выключатели должны надежно функционировать и не представлять опасности во время действия для окружающих лиц и предметов.

132. Запрещается устанавливать предохранители в помещениях угольных ям, грузовых трюмов (багажных), в аккумуляторных помещениях, в местах, опасных по отношению взрыва и т. п. местах, где функционирование предохранителей может вызвать пожар.

133. Установка предохранителей в выключателях, штепсельных розетках и потолочных розетках водонепроницаемого типа не допускается.

134. Предохранитель всегда должен устанавливаться:

а) на главных кабелях, идущих от зажимов генераторов к станции динамо-машин. Если же распределительные доски расположены не в одном помещении с динамо-машиной, то предохранитель должен быть установлен на главном кабеле, возможно ближе к зажимам динамо, что, однако, не исключает требования установки соответствующих предохранителей на доске;

б) в начале главных магистралей, идущих от станции динамо-машин и главных распределительных станций;

в) в начале каждого ответвления, в котором уменьшается сечение проводника, при чем предохранители устанавливаются в соответствующих магистральных или ответвительных коробках, на подстанциях и в защитных ящиках.

Примечание 1.—В распределительных устройствах в ответвляющихся цепях рубильники должны находиться между шинами и предохранителями, а не наоборот.

Примечание 2.—Нейтральные и нулевые провода многопроводных и многофазных систем, а также все провода, соединенные по условию работы с корпусом, не должны иметь предохранителя. Исключение составляют изолированные провода, ответвляющиеся от заземленного нейтрального или нулевого провода и составляющие часть двухпроводной системы; они должны снабжаться предохранителями на обоих полюсах.

Примечание 3. При установке предохранителей на ответвлениях далее 1 m от главного провода, участок между главным проводом и предохранителем должен быть такого же сечения, как и главный провод.

135. Правила относительно размещения предохранителей в цепях не относятся к проводам в распределительных досках, соединительным проводам в электромашинных помещениях между машинами, трансформаторами, аккумуляторами и распределительным устройством, а также в тех случаях, где функционирование предохранителя может вызвать опасное расстройство действия данной установки.

136. Предохранители должны быть установлены по возможности группами на вспомогательных подстанциях или в распределительных коробках, удовлетворяющих правилам III-го отдела, при чем коробки дожны быть расположены в доступных местах.

137. Несколько распределительных проводов могут иметь групповой предохранитель на номинальную силу тока не более 6 А.

В этом случае, расположенные за этим предохранителем провода меньшего сечения и ответвления, можно не ограждать предохранителем. При больших осветительных арматурах, например, люстрах, в виде исключения, допускаются групповые предохранители на силу тока не более 10 А, если напряжение не превосходит 130 V. При уменьшении сечения провода предохра-

нитель не требуется, если предыдущий предохранитель соответствует наиболее тонкому проводу.

138. Плавкие мостики, изготовленные из фольги, не допускаются.

139. Все металлические части собранного предохранителя, доступные прикосновению, должны быть изолированы от частей, находящихся под напряжением.

140. Защитные покрытия, кожухи, крышки и ручки предохранительных устройств, если они не предназначены для заземлений, или если они не водонепроницаемы, должны быть из изолирующего и огнестойкого материала или покрыты таковым.

141. Предохранители должны быть собраны на цоколе из огнестойкого и негигроскопичного материала. Если предохранители двухполюсные или многополюсные, то мостики их должны быть разделены изолирующей перегородкой из огнестойкого материала. Конструкция предохранителя должна быть такова, чтобы при плавлении мостика не могла образоваться вольтова дуга, чтобы пары металла не могли вызвать короткого замыкания и чтобы плавящийся металл или образовавшаяся вольтова дуга не могли служить причиной пожара на корабле.

142. В предохранителях мягкий пластичный металл не должен служить непосредственно контактом; концы плавких проволок или пластин должны быть впаяны в наконечники из меди или другого, одинаково соответствующего цели, металла. Плавящиеся пластины должны быть надежно соединены с их зажимами и всякая возможность выпадения и ослабление контакта пластин, например, при вибрации или сотрясении корабля, должна быть устранена. Плавкие мостики должны быть из неокисляющегося металла. Диаметр плавящихся проволок более $1^1/_2$ mm не допускается, а в случае надобности может быть включено несколько проволок параллельно. Плавкие пробки нормального образца допускаются только для токов номинальной силы до 25 А; на бо́льшую же силу тока—патронные предохранители со вставками, типа Диоцед, при непременном условии иметь в предохранительных коробках приспособления, мешающие пробке отдаться при вибрации судна и сотрясениях.

143. Номинальная сила тока и номинальное напряжение должны быть ясно обозначены и прочно нанесены на плавких

частях и контактных винтах. Нормальная номинальная сила тока, для которой должны конструироваться предохранители, принимается в 6, 10, 15, 20, 25, 35, 60, 80, 100, 125, 160 и 200 А. Высшие силы тока не нормируются. Наименьшее номинальное напряжение принимается 500 V, за исключением плавких вставок, штепсельных розеток, для которых допускается 250 V.

144. Находящиеся под напряжением части предохранителя при вставленном плавком мостике должны выдерживать напряжение 2 000 V переменного тока в течение одной минуты без образования пробоя или явлений разрядного характера (тихий разряд, искрение и т. п.), по отношению к крепительным винтам и по отношению к металлическим частям предохранителя и вставки, доступным прикасанию, и, кроме того, при вынутом плавком мостике между контактами, после пребывания не менее 12 часов во влажном воздухе.

145. При внезапном коротком замыкании испытательной цепи плавкая часть предохранителя должна плавиться, не вызывая продолжительной дуги или явления взрыва и без вреда для цоколя предохранителя и окружающих предметов.

146. Предохранители до 60 А должны выдерживать минимальный ток при испытании по крайней мере в течение 1 часа предохранитель до 200 А — по крайней мере в течение 2 часов. Нагруженные же максимальным током они должны расплавляться не позже указаннаго промяжутка времени. Величины минимальных и максимальных токов указаны в нижеследующей таблице:

| Номинальный ток А. | Минимальный ток при испытании. | Максимальный ток при испытании. |
|---|---|---|
| от 6 до 10 | 1,5 × номинальный ток | 2,10 × номинальный ток |
| от 15 до 25 | 1,4 × номинальный ток | 1,75 × номинальный ток |
| от 35 до 200 | 1,3 × номинальный ток | 1,60 × номинальный ток |

## 4. Выключатели и переключатели.

147. На всех полюсах или фазах генераторов тока должны иметься рубильники, устанавливаемые на распределительной доске. Для двухпроводных цепей постоянного и переменного тока должны быть предусмотрены двухполюсные рубильники (см. приложение 9 г), а для трехпроводных цепей трехфазного и постоянного

тока должна быть предусмотрена установка трехполюсных выключателей.

148. Выключатели для всех без исключения приборов—приемников тока, включая и ламповые, должны быть поставлены на всех полюсах или фазах, находящихся под напряжением.

149. Выключатели должны быть устанавливаемы таким образом, чтобы при разомкнутом положении их ножи и вращающиеся части не находились под напряжением. Кроме того, выключатели и переключатели должны помещаться так, чтобы они находились между шинами и предохранителем, а не наоборот.

150. Нулевые провода в трехпроводной системе постоянного тока или в многофазных системах переменного тока при нормальных условиях работы не должны иметь выключателей, или же должны выключаться не иначе, как одновременно с другими, к ним относящимися, крайними линейными проводами. В виде исключения из этого правила, допускается устанавливать выключители для нулевых и соединенных с корпусом корабля проводов в электромашинных помещениях или на главной распределительной доске.

151. Установка выключателей в проводах, служащих для заземления корпусов машин и приборов, не допускается.

152. Все выключатели и переключатели, установленные в местах, где они могут подвергнуться действию сырости, капели или дождя, должны быть водонепроницаемого типа.

153. На выключателе должна быть помечена его номинальная сила тока и напряжение и снаружи коробчатых выключателей должно быть указано положение, при котором выключатель включен или выключен.

154. Запрещается установка выключателей и других приборов, в которых возможно искрообразование, в угольных ямах, аккумуляторных помещениях и других помещениях, где возможно наличие воспламеняющихся газов или пыли.

155. Выключатели в цепях тока, проходящих через помещения, опасные в отношении пожара или взрыва, должны устанавливаться вне указанных помещений. Означенные выключатели должны быть снабжены или надежно действующими указателями, показывающими включен ли ток или выключен, или же контрольной лампой.

156. Если выключатели рычажные или коробчатые установлены не на распределительных досках электромашинных помещений, то их части, находящиеся под напряжением, должны быть защищены прочными металлическими крышками или же помещаться в прочных металлических ящиках. Если выключатель рассчитан для тока более 6 А и для напряжения более 120 V, то крышки эти должны быть изнутри покрыты изолирующим слоем. Защитные покрытия не должны иметь открытых щелей, предназначенных, например, для перемещения рукояток.

157. Выключатели ставятся на каждой отдельной цепи в начале ответвления, за исключением люстр, бра, канкетов, отдельных ламп, мелких переносных приборов и двигателей, мощностью до 0,25 kW., когда допускается установка выключателей и у самых приборов.

158. У выключателей каждого помещения, где хранятся взрывчатые вещества, делается на дощечке соответствующая сокращенная надпись и, в отличие от других, коробки этих выключателей следует окрасить в красный цвет.

Для действия выключателем пользуются особым съемным ключом. Токоведущие части выключателей и переключателей должны быть собраны на прочных основаниях из огнестойких и негигроскопических материалов, при чем применение для таковых шифера, мрамора и эбонита не допускается.

159. Как рукоятки выключателей и переключателей, так и все устройство, к которому рукоятки приделаны, должны быть механически прочными. Рукоятки должны быть так устроены, чтобы при выключении и переключении не могло произойти случайного прикосновения руки к токоведущим частям выключателя или переключателя.

160. Всякое выключающее устройство должно быть так сконструировано и установлено, чтобы при положении выключения не могло произойти случайного перемещения выключающих частей, при котором может произойти замыкание цепи.

161. Выключатели и вообще всякие прерыватели тока должны быть мгновенного действия для цепей постоянного тока; для цепей же переменного тока установка выключателей мгновенного действия не рекомендуется. Они должны быть так сконструированы, чтобы при прерывании тока не образовывалось дли-

тельной вольтовой дуги, и должны останавливаться либо на положении полного включения, либо полного выключения, не останавливаясь на каком либо промежуточном положении.

162. При 1,1 номинального напряжения и при безиндукционной нагрузке в 1,25 номинальной силы тока, а для 3-х фазного тока, кроме того, при индукционной нагрузке в 0,5 номинальной силы тока, выключатели должны выдержать нижеуказанное число перерывов тока в течение 3-х минут, без образования в них длительной вольтовой дуги.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Выключатели силы тока до . . . . . | 10 A | 25 A | 40 A |
| Число размыканий в течение 3 минут . | 90 | 60 | 40 |

163. Если прерываемые токи настолько велики, что при выключении происходит постепенная порча контактов, то должна быть предусмотрена легкая замена тех частей выключателей тока, на которых образуется вольтова дуга или наличие искрогасителей.

164. Все электромагнитные автоматические выключатели должны иметь приспособления для регулировки тока, при котором они должны действовать и должны быть так сконструированы, что их действие может произойти только при том токе, на который они отрегулированы. Сотрясения от каких либо причин не должны оказывать на их действие вредного влияния.

165. Допускается, в случае надобности, для включения, выключения и переключения цепей тока установка реле, которые должны правильно действовать при падении напряжения в судовой цепи до 20%, при крене судна на 15° и при сотрясениях, возникающих при работе механизмов.

а) Контакты реле должны быть легко сменяемы и доступны для осмотра и регулировки.

б) Нагревание обмоток реле при условии применения у них изоляции, не боящейся высокой температуры, не должно превышать температуры наружного воздуха более, чем на 60°C.

в) Все добавочные сопротивления для обмоток реле должны быть по возможности помещены в отдельные ящики, которые могут быть негерметичны и иметь защищенные сетками отверстия для вентиляции; нагревание этих сопротивлений не должно разрушительно действовать на окружающие предметы.

г) Реле должны быть прикрыты легко отнимаемыми кожухами за исключением установок на распределительных щитах.

166. Выключатели и переключатели должны быть так рассчитаны чтобы контактные части их, закрытые крышкой, после часовой нагрузки током в 1,25 раза больше номинального, однако, не менее 6 А, и при температуре помещения около 20°С не нагревались до такой степени, чтобы шарик из чистого пчелиного воска, диаметром около 3 mm, положенный до испытания на любую часть выключателя, оказался после испытания расплавленным.

167. Контактные части выключателей и переключателей, находящиеся под напряжением, при замкнутом положении должны выдерживать без образования разряда по поверхности, в течение 1 минуты, напряжение переменного тока в 1 500 V по отношению к крепительным винтам, к стержню для насадки ручки и к основанию, а также при разомкнутом положении между зажимами, после пребывания в сыром воздухе не менее 12 часов.

168. Коробчатые выключатели и переключатели должны быть так сконструированы, чтобы вращение в обратную сторону не вызывало порчи прибора.

169. При испытании выключателей и переключателей на механическую прочность следует сделать 10 000 размыканий без тока с перерывами (при 700—800 замыканий и размыканий в час); выключатели, основанные на вращении, для вращения в обе стороны, должны быть для каждого направления вращения испытаны на 5 000 замыканий и 5 000 размыканий.

## 5. Штепсельные соединения.

170. Установка штепсельных соединений допускается только в тех помещениях, где разрешается настоящими правилами устанавливать выключатели.

171. Нормальным напряжением для штепсельных соединений считается 250 V и подразделение номинальных сил тока должно быть для них 6, 10, 25 и 60 А.

172. Номинальный ток и нормальное напряжение должны быть обозначены как на розетке, так и на вилке каждого штепсельного соединения.

173. В тех случаях, когда для заземления металлических корпусов переносных ламп применен специальный трехмильный кабель, то в штепсельных соединениях для этих ламп должно быть предусмотрено контактное устройство для присоединения третьего провода к корпусу судна. При этом конструкция штепсельных соединений должна быть такова, чтобы была исключена возможность ошибочного включения.

174. Все штепсельные соединения должны быть защищены предохранителями на всех полюсах или фазах, при чем предохранители могут быть установлены вне штепсельных соединений или в самом штепсельном соединении, но не в съемных частях.

175. Штепсельные соединения, установленные на открытых палубах, машинных и котельных помещениях и во всех помещениях, где они могут подвергнуться действию влаги или пыли, там, где по общим требованиям должны быть применена водонепроницаемая арматура, должна быть водонепроницаемого типа. Они должны иметь приспособление, которое делало бы штепсель водонепроницаемым, когда вилка вынута; для этого может быть применена плотно завинчивающаяся крышка, подвешанная на цепочке. Когда вилка вставлена, то все это комбинированное устройство должно быть также водонепроницаемым.

176. Штепсельные соединения водонепроницаемого типа, установленные на открытых палубах, а также в сырых и в пыльных помещениях, должны иметь выключатели, которые необходимо ставить на штепселе или рядом с ним, но не на переносной лампе, арматуре или приборе.

177. Конструкция штепсельных соединений должна быть такова, чтобы:

а) при вставлении вилки исключалась возможность прикасания персонала к металлическим частям розетки штепселя, находящимся под напряжением;

б) чтобы была исключена возможность короткого замыкания независимо от того вынута ли вилка или вставлена и чтобы стержни вилки не могли заземлить любой полюс штепселя.

в) чтобы исключалась возможность вставить вилку в штепсельную розетку, предназначенную для больших сил тока, и чтобы

место присоединения проводов могло быть освобождено от натяжения проводов;

г) части розетки и вилок, доступные прикосновению, должны быть или сделаны из изолирующего материала, если они не приспособлены для заземления, или же иметь приспособление для предохранения от прикосновения.

178. Контакты штепсельных соединений, при вставленных штепселях и при температуре окружающего воздуха около 20°C, под нагрузкой, в течение часа, 1,25 номинальной силой тока не должны нагреваться настолько, чтобы прижатый перед началом опыта в какой-либо части шарик из чистого пчелиного воска, диаметром около 4 mm, к концу опыта оказался расплавленным.

179. Штепсельные соединения, при вставленном штепселе должны выдерживать в течение 1 минуты без пробоя, а также без явления тихого разряда и поверхностной проводимости, сопровождающейся местным нагреванием, напряженне 1 500 V переменного тока по отношению к крепительным винтам и по отношению к телу штепселя, обернутому оловянной фольгой (станиолем), а при вынутом штепселе, между контактами, после пребывания не менее 12 часов во влажном воздухе.

## VI. Канализация электрической энергии.

180. Канализация тока на судах производится по медным изолированным и защищенным проводникам и кабелям.

181. Провода должны быть так рассчитаны и проложены, чтобы падение напряжения между шинами главной распределительной доски и любой из точек установки, при максимальной нагрузке и при самых неблагоприятных условиях работы, не превышало: 3% для осветительных цепей и 10%—для силовых и отопительных цепей.

В отношении плотности тока, провода должны быть выбраны таким образом, чтобы при существующих условиях работы нагревание их не достигало опасной для изоляции величины.

Наибольшая допустимая нагрузка определяется нижеследующей таблицей при температуре помещений, равной 40°C.

| Сечение. | Одножильные провода с вулканизированной резиной и освинц. кабели. | Многожильные провода и освинцованные кабели. | |
|---|---|---|---|
| | | Двухжильные. | Трехжильные. |
| mm² | A | A | A |
| 1 | 6 | 5 | 4 |
| 1,5 | 7,5 | 6 | 5 |
| 2,5 | 10 | 9 | 8 |
| 4 | 15 | 12,5 | 11,5 |
| 6 | 20 | 18 | 16 |
| 10 | 30 | 25 | 23 |
| 16 | 40 | 34 | 32 |
| 25 | 60 | 50 | 47 |
| 35 | 75 | 65 | 62 |
| 50 | 100 | 90 | 77 |
| 70 | 130 | 108 | 93 |
| 95 | 170 | 134 | 119 |
| 120 | 200 | 160 | 137 |
| 150 | 230 | 188 | 158 |
| 185 | 265 | 211 | 185 |
| 240 | 320 | 240 | 240 |
| 310 | 388 | 310 | 310 |
| 400 | 455 | 400 | 400 |
| 500 | 500 | | |
| 625 | 625 | | |
| 800 | 800 | | |
| 1 000 | 1 000 | | |

182. Для проводов судовых установок допускаются следующие наименьшие сечения:

а) для проводов внутри и снаружи осветительных арматур 0,75 mm²;

б) для изолированных проводов при прокладке в трубках или на роликах, находящихся на расстоянии не более 1 m 1 mm²;

183. В качестве наибольших допустимых сечений считать:

а) для одножильных кабелей, сечение жилы—1 000 mm²

б) » двужильных » » » — 400 »

в) » трехжильнных » » » — 400 »

Двухжильные провода сечением до 400 mm² допускаются лишь при однофазном переменном токе. При постоянном токе двухжильные провода допускаются не свыше 6 mm² сечением.

Применение однопроволочных проводов допускается лишь в звонковой проводке.

184. Конструкция проводников и кабелей судового назначения исключительно с изоляцией из вулканизированной резины должна удовлетворять нижеприведенным нормам *).

А. Провода с вулканизированной резиной (В.Р.).

Медная жила должна быть облужена горячим способом и покрыта водонепроницаемой оболочкой из вулканизированной резины.

Каждый провод сверх резиновой изоляции должен быть обмотан прорезиненной лентой. В проводах одножильных сверх ленты должна быть пропитана оплетка. В сложных проводах наружная оплетка может быть общей.

Б. Шнуры с вулканизированной резиной (Ш. В.).

Площадь поперечного сечения медной жилы в шнурах с вулканизированной резиной допускается от 1 $mm^2$ до 6 $mm^2$. Медная жила должна быть свита из отдельных луженых горячим способом медных проволок, диаметром не более 0,3 mm. Каждая жила должна быть обвита хлопчато-бумажной тканью или пряжей, сверх которой имеется сплошная оболочка из вулканизированной резины.

Толщина стенок резиновой оболочки определяется нижеследующей таблицей:

| Поперечное сечение меди в $mm^2$ | Толщина стенок резиновой оболочки: наименьшая mm | наибольшая mm |
|---|---|---|
| 1,0 | 0,8 | 1,1 |
| 1,5 | 0,8 | 1,1 |
| 2,5 | 1,0 | 1,4 |
| 4,0 | 1,0 | 1,4 |
| 6,0 | 1,0 | 1,4 |

Отдельные жилы в скрученных шнурах сверх резиновой оболочки должны быть защищены оплеткой из волокнистого вещества

*) Примечание Все отступления от настоящих норм в конструкции кабелей могут быть допущены лишь по особому каждый раз разрешению Регистра СССР после соответствующего испытания им данной конструкции.

(лощенки, шелка, хлопчатой бумаги и т. д.). В круглых или овальных шнурах защита поверх резиновой оболочки может быть исполнена и иным способом; такие шнуры должны быть покрыты общей оплеткой из соответствующего материала.

Для подвижных приемников тока могут применяться как круглые, так и скрученные шнуры.

### В. Арматурные провода (А. В.).

Арматурный провод состоит из многопроволочной медной жилы поперечного сечения в 0,75 $mm^2$.

Медная жила должна быть облужена горячим способом и изолирована сплошным слоем вулканизированной резины толщиною в 0,6 mm. Поверх резиновой оболочки должна быть оплетка из хлопчатой бумаги, пеньки, шелка или подобного материала, который также может быть пропитан соответствующим образом, при чем внешний диаметр провода не должен превышать 2,7 mm. Арматурные провода могут также состоять из нескольких отдельных скрученных между собою проводов. Двухжильный арматурный провод (обозначение А В 2) может также состоять из двух рядом лежащих неоплетенных проводов, покрытых общей оплеткой, как выше описано. Наружные размеры двухжильного провода не должны превышать 5,4 mm.

### Г. Освинцованные кабели.

Освинцованные кабели постоянного тока с контрольной жилой или без нее.

185. Освинцованные кабели могут быть бронированы, однако броня из проволочной оплетки не допускается. Поверх железной брони может быть применена пеньковая оплетка.

186. Измерение омического сопротивления изоляции и испытание сопротивления ее пробиванию напряжением на заводе производится между проводом и арматурой кабеля или, в случае сложных кабелей и кабелей с контрольными проводами,—между каждым проводом и всеми прочими проводами и арматурой. Величины напряжения при этом испытании проводов и кабелей на пробивание устанавливаются, согласно следующих правил.

Каждая изолированная жила проводника после 24-часового пребывания в воде должна выдержать в течение получаса испы-

тание переменным током в 2 000 V между медной жилой и водой при температуре последней не выше 25°C.

Сопротивление пробиванию изоляции одиночных освинцованных кабелей постоянного тока, проводов и шнуров испытывается напряжением в 1 200 V переменного тока. Контрольные провода одиночных кабелей, предназначенные лишь для измерения падения напряжения в главном проводе, испытываются по отношению к главному проводу напряжением равным 50% рабочего напряжения, по отношению же к арматуре—напряжением в 1 200 V переменного тока.

Арматурные провода должны быть подвергнуты в сухом состоянии получасовому испытанию на пробивание напряжением в 2 000 V переменного тока между проводами; при этом для испытания одиночных проводов два куска, длиною не менее 5 m, должны быть скручены между собою.

187. Омическое сопротивление изоляции проводников и кабелей измеряется при напряжении не менее 100 V и должно при 15°C и 1 минуте электризации быть не меньше:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 000 MΩ | на 1 km | для | кабелей | сечен. | до | 16 mm² | | | | | | |
| 600 » | „ | „ | „ | „ | „ | „ | от | 16 | до | 70 | mm² | |
| 500 „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 70 | „ | 310 | „ | |
| 400 „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 310 | „ | 500 | „ | |
| 200 „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 500 | „ | 1 000 | „ | |

Измерение при иных температурах, чем 15°C. допускается, если подлежащие пересчету величины не меньше половины нормальных величин или превышают их не более, чем вдвое.

Омическое сопротивление изоляции, измеренное после испытания на пробой, не должно понижаться по сравнению с сопротивлением изоляции, измеренным до него, в пределах больше тех, которые могли бы быть обусловлены изменением температуры кабеля.

188. Испытание качества резины производится следующим образом: кусок ее, срезанный с проводника и подвергнутый нагреванию в течение 2 часов при температуре 130°C, по остывании не должен быть хрупким или липким.

Отдельный образец резины, вырезанный в виде полоски из изоляции кабеля, подвергается следующему механическому испытанию: полоска резины, длиною около 100 mm, растягивается до

двойной ее длины и оставляется в таком состоянии в течение одного часа. По истечении этого времени образец резины, предоставленный также в продолжение одного часа самому себе, должен стянуться, показывая оставшееся удлинение не более 25% сверх первоначальной длины.

189. На верхних палубах и во всех открытых и сырых местах, а также в машинных и котельных помещениях, радиорубках, в трюмах, угольных ямах, камбузах, уборных и гальюнах, проводка должна быть выполнена освинцованными кабелями с изоляцией из вулканизированной резины.

190. В жилых судовых помещениях, как-то: в рубках, помещениях комсостава и в каютах с мягкими сидениями допускается, соответственно назначению, применение всех типов проводов, приведенных в § 5 настоящих Правил.

191. В командных помещениях и каютах с жесткими сидениями проводка допускается в изолированных трубках или при помощи проводов с фальцованной металлической оболочкой или же с иной защитой соответственного качества. Применение шнуров и прокладка на роликах в этих помещениях не допускается.

192. Крепление освинцованных кабелей должно производиться посредством металлических скобок, укрепленных винтами или шурупами. Перекрывание проводов деревом и прокладка в деревянных рейках допускаются лишь тогда, когда провода покрыты сплошной металлической оболочкой.

193. Во всех тех местах, где провода могут подвергаться механическим повреждениям, в том числе в тех помещениях, которые попеременно служат то в качестве пассажирских, то грузовых, провода должны быть защищены надежным образом от повреждений при помощи бронировки или применением железных труб и других специальных защитных приспособлений.

194. Провода и кабели должны быть проложены в местах доступных для контроля и помещены так, чтобы они не подвергались действию высокой температуры, вследствие близкого соседства котлов, паропроводов и т. п.

Для неосвинцованных проводов и кабелей, кроме того, должна быть исключена возможность скопления на них влаги и масла.

195. Скрещивание и прокладка проводов должны быть выполнены таким образом, чтобы была исключена возможность непо-

средственного соприкосновения их между собою и со всякими металлическими частями. Настоящее требование не относится к проводам с металлической оболочкой.

196. Переносные провода должны присоединяться к неподвижно проложенным проводам исключительно посредством штепсельных разъемных соединений.

В случае применения переменных токов, все распределение следует производить при помощи многожильных кабелей, содержащих в себе все фазы.

197. Соединение проводов и кабелей между собою и ответвления от них должны осуществляться не иначе, как внутри соединительных или ответвительных коробок и таким образом, чтобы была обеспечена с одной стороны надежность контакта, а с другой возможность быстрого и удобного разъединения на случай локализации места повреждения изоляции сети. Для этого концы кабелей должны быть спаяны или впаяны в луженые наконечники, которые привинчиваются к внутренним зажимам коробки так, чтобы было устранено самоотвинчивание от вибрации корпуса. В этом случае для спайки применения составов, химически действующих на металл, не допускается.

198. В жилых помещениях и помещениях, доступных для пассажиров, все части электрического оборудования судна, находящиеся под напряжением, должны быть недоступны для случайного соприкосновения.

199. В случае соединения освинцованных проводников или кабелей должны применяться герметические соединительные коробки, снабженные сальниковыми вводами.

200. Заземляющие провода, не несущие тока в нормальных условиях работы, должны быть медные, сечением не менее 2,5 $mm^2$.

Соединение с корпусом судна должно быть выполнено при помощи винта, размером не менее $^3/_8$ дюйма, тщательно пригнанного, расположенного в совершенно доступном месте и употребляемого только для этих целей.

201. Ответвительные и соединительные коробки устанавливаются в доступных для осмотра и ремонта местах. В угольных ямах, грузовых трюмах и в помещениях, предназначенных для перевозки легко воспламеняющихся и взрывчатых веществ, установка вышеуказанных коробок не допускается.

202. При проходах через палубы провода должны прокладываться в прочно укрепленных металлических трубах, с закрытыми от проникновения воды верхними отверстиями или же в трубах, залитых гарпиусом. Высота металлических труб, считая от палубы, должна быть не менее 1 m.

203. При проходе через водонепроницаемые переборки и палубы должны применяться герметические сальники.

204. При переходах проводов через бимсы и простые металлические переборки должны употребляться втулки из изолирующих материалов, предохраняющих провода от механического повреждения. Для проводов с металлической оболочкой допускается применение металлических втулок, например, из свинца.

205. Ввод кабелей в рефрижераторные помещения должен выполняться в свинцовых трубах с фланцами на обоих концах. Эти трубы должны быть перпендикулярны к слою тепловой изоляции. Внутри рефрижераторных помещений кабели должны располагаться на виду по всей своей длине и ни в коем случае не должны быть утоплены в изолирующий слой.

Кабели в этом случае допускаются только освинцованные и они должны быть укреплены фарфоровыми, деревянными или иными неметаллическими держателями, при чем металлические оболочки кабелей должна быть хорошо заземлены.

206. В машинных помещениях, на пассажирских пароходах, в помещениях общего пользования и вообще там, где временное прекращение освещения может воспрепятствовать правильному управлению кораблем и обслуживанию ответственных механизмов корабля, а также грозит опасностью для находящихся на нем людей, группировка ламп должна быть такая, чтобы лампы одного помещения были введены, по крайней мере, в две независимые цепи или, если питание ламп производится от кольца, то от правой и левой половины кольца, с тем чтобы неисправность цепи, питающей одну группу ламп, не могла повлечь потухание всех ламп в помещении.

207. При наличии на судне аварийного освещения, цепь его должна быть присоединена непосредственно к переключателю, позволяющему быстро включить эту цепь на запасный источник тока.

208. Генераторы, электродвигатели, аккумуляторные батареи и вообще все электрические приборы и проводники, могущие создать внешнее магнитное поле, должны быть так расположены, чтобы влияние их на магнитные компасы было ничтожно при двух взаимно-перпендикулярных курсах.

209. В цепях постоянного тока провода прямой и обратный должны итти непременно вместе, вплотную друг к другу. Однопроводные кольца даже малой площади в какой бы то ни было плоскости категорически запрещаются.

210. В цепях постоянного тока, расположенных вблизи магнитных компасов, проводники должны быть преимущественно двужильные; в случае же отдельных проводов для каждого полюса они должны быть насколько возможно ближе расположены друг к другу и одинаково удалены от компаса по всей своей длине.

Провода внутри компасных колпаков должны быть насколько возможно коротки; в случае применения отдельных проводников на каждый полюс, необходимо их скручивать в виде шнура и во всяком случае эти провода не должны образовать петель.

Электрические лампы накаливания, применяемые для освещения компасов, должны потреблять не более 0,6 А.

211. Сопротивление изоляции всей проводки на судне относительно корпуса, а равно и разноименных проводов друг от друга, должно быть таково, чтобы потеря тока на любом участке между двумя соседними предохранителями или рубильниками, разделяющими цепь на части, или за последним предохранителем или рубильником не превышала, при рабочем напряжении, $^1/_2$ mA, т. е. степень сопротивления изоляции такого участка должна быть не менее 2 000 Ω, умноженных на число вольт рабочего напряжения (например, 240 000 Ω для 120 вольт напряжения).

212. Проверка изоляции должна производиться при эксплоатации не при помощи омметров, а по методам Фриша (метод трех отсчетов вольтметра) или Фрёлиха (метод шунта) или им аналогичных.

При измерении же изоляции по способу контрольных цепей с самостоятельным напряжением постоянного тока, к корпусу судна необходимо присоединять отрицательный полюс, и измерение производится не ранее, как через две минуты после включения.

## VII. Электрическое освещение судов.

213. Для электрического освещения судов допускаются следующие приборы: подпалубные фонари, бортовые фонари, бра, плафоны, люстры, настольные лампы, простеночные фонари, переносные фонари, фонари для угольных ям, фонари для освещения водомерных стекол котлов, дуговые фонари, клотиковые сигнальные фонари, бортовые отличительные и другие фонари наружной сигнализации.

214. Судовая осветительная арматура может быть открытого, защищенного, водонепроницаемого и герметического типа.

215. Установка осветительных арматур открытого типа допускается для помещений командного состава и пассажирских 1-го класса. Для ламповых арматур этих помещений, в исключение из общего правила, допускается применение абажуров из неогнестойких материалов, при непременном, однако, условии, чтобы эти абажуры были так устроены, чтобы соприкосновение их с лампами было невозможно. Применение огнеопасных материалов (напр. целлулоида) для устройства абажуров воспрещается.

216. На верхней палубе, в открытых местах, а также сырых помещениях, как-то: машинных, котельных, трюмах, камбузах, баках гальюнах и в помещениях, опасных в отношении пожара, арматура ламп должна быть водонепроницаемого типа. Исключение допускается для люстр, применяемых для освещения верхних палуб во время стоянки судов, при условии их заземления. В помещениях, опасных в отношении взрыва, освещение может производиться только лампами накаливания через простеночные фонари специального устройства, или в прочной герметической арматуре, исключающей возможность взрыва или пожара. В этих последних помещениях рекомендуется снабжать лампы специальными затворами. не позволяющими снять колпак без особого ключа.

217. В местах, где возможно ожидать механических повреждений, лампы должны быть защищены соответствующим образом.

Постоянная водонепроницаемая и герметическая арматура должна иметь металлическую, предохранительную решетку для защиты лампового колпака, а самый стеклянный колпак должен быть достаточно прочным и иметь стенки, толщиною не менее 2 mm.

218. Если на корабле имеется помещение, служащее попеременно либо в качестве жилого помещения, либо в качестве грузового, то арматура лампы, освещающей это помещение, должна быть такой конструкции, чтобы съемные ее части (шары, сетки и пр.) можно было легко снять. В этом случае основание ее, оставшееся после снятия арматуры, должно быть так устроено, чтобы оно могло быть закрыто прочной герметической металлической покрышкой, или же, если ламповая арматура не съемная, то металлическая покрышка должна закрывать арматуру целиком. В этих помещениях могут быть установлены фонари, применяемые для угольных ям.

219. Провода, расположенные снаружи осветительных приборов, должны быть так закреплены, чтобы они не могли перемещаться или повреждаться острыми краями арматур.

220. Предназначенные для ввода проводов, отверстия и углубления в осветительных арматурах, должны быть так соразмерены и иметь такие края, чтобы провода могли проходить в них без повреждения изоляции.

221. В водонепроницаемую и герметическую арматуру провода вводятся через уплотнительные сальники.

222. Осветительные арматуры должны быть так установлены, чтобы ведущие к ним провода не повреждались при поворачивании этих арматур. Патроны должны быть надежно укреплены и не отвинчиваться от сотрясения.

223. Осветительная арматура должна быть так устроена и так развешана, чтобы ни пыль ни влага не могли собираться внутри нее или находить доступ к токоведущим ее частям.

224. Части лампы, находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайного к ним прикосновения. Патроны должны быть снабжены достаточно высоким изолирующим кольцом.

225. Освещение палуб должно быть устроено таким образом, чтобы оно не могло препятствовать ясному различению отличительных огней.

326. Судовая осветительная арматура должна быть так установлена или так устроена, чтобы свет от электрических лампочек не мог мешать управлению судном.

227. Освещение всех приборов, установленных на мостиках, рубках, открытых палубах и тому подобных местах, должно быть

устроено таким образом, чтобы освещались только шкалы приборов, и свет от ламп не выходил за пределы приборов и не препятствовал производству наблюдений.

228. Токопроводящие части патронов должны быть монтированы на огнестойких, негигроскопических основаниях и защищены от прикосновений огнестойкими оболочками, причем последние не должны находиться под напряжением по отношению к корпусу судна. Применение неогнестойких материалов при изготовлении патронов для судов не допускается.

229. Все находящиеся под напряжением части должны быть тщательно защищены от случайного соприкосновения. Патроны Миньон в таких цепях допускаются только в исключительных случаях.

230. Патроны с ключом не допускаются; в виде исключения, патроны настольных ламп в каютах могут иметь ключи.

231. Патроны для ламп, потребляющих более чем 300 W, должны быть типа Голиаф, которые должны быть снабжены действительными средствами для предохранения их от вывинчивания.

232. Ламповые цоколя во всех случаях должны прикрепляться к баллону ламп прочным негигроскопическим цементом и в контакте цоколя не должно быть отверстия.

233. Цоколя ламп и патроны для них могут быть типа Эдисона или Свана. Размеры ламп, их цоколей и патронов для них должны удовлетворять общим нормам, утвержденным ЦЭС.

234. Переносным ручным фонарем называется такая осветительная арматура, питаемая от судовой сети, которая служит для временного освещения помещений или механизмов.

235. Водонепроницаемые переносные фонари применяются на открытых палубах, в машинных и котельных помещениях, в трюмах и вообще всюду, где правилами требуется установка водонепроницаемой арматуры. В остальных помещениях могут применяться переносные фонари открытого типа, однако применение таковых на судах не рекомендуется.

236. Переносный фонарь с неметаллическим корпусом, у которого только предохранительная решетка сделана из металла, может и не иметь соединения с землей, имея в виду, что сетка не имеет соединения с патроном. Переносный фонарь этого типа

может быть открытого или водонепроницаемого устройства, причем водонепроницаемый фонарь этого типа может быть применен во всех случаях, когда применяется переносная арматура металлического типа, в том случае, когда все неметаллические части сделаны из негигроскопического и огнестойкого материала.

237. В помещениях, где хранятся взрывчатые, легко воспламеняющиеся вещества, применение переносных фонарей обычного типа воспрещается, а рекомендуется применение ручных аккумуляторных фонарей специального устройства.

238. Устройство ручных переносных фонарей должно обеспечивать безопасность пользования ими даже в случае порчи изоляции токоведущих частей. Штепсельные розетки для переносных фонарей должны иметь предохранители на обоих полюсах.

а) Корпус и рукоятка ручных переносных фонарей, в том случае, если не заземлены надежным образом, должны быть изготовлены из изолирующего огнестойкого и негигроскопического материала, способного выдержать грубое обращение с ним при работе.

б) Токоведущие части их должны быть защищены от случайного соприкосновения с ними достаточно прочными изолирующими покрытиями.

в) Места присоединения проводов не должны испытывать натяжение.

г) Места ввода проводов должны быть так устроены, чтобы возможность излома в месте ввода в арматуру провода была предотвращена даже при недостаточно осторожном обращении с фонарем.

д) Применение патронов с ключом и выключателей в ручных переносных фонарях безусловно воспрещается.

е) Переносный ручной фонарь должен иметь прочную, не упругую предохранительную сетку, для защиты колпака ручной лампы от повреждений.

ж) Ручной переносный фонарь должен иметь крепкий крючок для подвешивания его к какому-нибудь месту помещения.

з) Если переносный фонарь имеет металлическую оболочку, то таковая должна быть заземлена посредством специального третьего провода или третьей жилы в гибком кабеле. Если гибкий кабель имеет металлическую защиту, то заземление может происходить через нее, имея в виду, что один конец ее соединяется с корпу-

сом лампы, а другой с вилкой и штепсельной розеткой. Такая арматура должна иметь прочную, но упругую металлическую решетку, соединенную со всеми остальными неизолированными металлическими частями.

и) Открытый тип переносных фонарей с металлическим корпусом должен иметь все наружные металлические части, кроме патрона, соединенными с землей, подобно водонепроницаемому переносному фонарю.

к) Гибкие провода для переносных фонарей должны иметь защитное покрытие при проходе в арматуру или вилку и хорошо к ним прикрепляться. Изоляция этих проводов должна быть из вулканизированной резины.

239. Патроны в водонепроницаемой переносной арматуре должны иметь наружные металлические части в металлическом контакте с корпусом арматуры.

240. Токоведущие части патронов переносных фонарей открытого типа должны быть изолированы от арматуры прочным, огнестойким и негигроскопическим изолирующим материалом, не размягчающимся при температуре до 150° С, и таким образом защищены от случайного прикосновения к нему лица, пользующегося переносным фонарем или меняющего лампу. Это защитное покрытие должно быть такой длины, чтобы нельзя было коснуться цоколя лампы, когда она в патроне.

Части фонаря, находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайного с ними соприкосновения.

241. Применение для судового освещения дуговых фонарей не рекомендуется, в виду возможности применения многосвечных интенсивных ламп.

242. Каждое ответвление дугового фонаря должно быть защищено соответствующими предохранителями на обоих полюсах.

243. Каждый дуговой фонарь или группа фонарей, если они соединены последовательно, должны выключаться при помощи двухполюсного выключателя.

244. Как общее правило, дуговые фонари, установленные на судах, должны иметь неподвижную, надежно укрепленную арматуру. Для речных судов, а также для морских, для временного освещения во время стоянки, допускается применение дуговых фонарей, подвешенных на троссах.

245. Способ подвески дуговых фонарей должен обеспечивать от соприкасания с близ находящимися частями корабля при качке, от спуска фонарей при случайных ударах о корпус лебедки и от спуска без помощи специального ключа. На случай разрыва тросса между шкивом и лебедкой должно быть предусмотрено соответствующее приспособление, предохраняющее лампу от падения.

246. Подвеска дуговых фонарей на токоведущих проводах не допускается.

247. Дуговые фонари не должны устанавливаться над трюмными люками, в особенности наливных судов, и не могут устанавливаться в помещениях, опасных в отношении пожара и взрыва, т.-е. в угольных и нефтяных трюмах, в помещениях, где находятся взрывчатые вещества или где могут скапливаться воспламеняющиеся газы.

248. Если из дуговых фонарей могут выпадать куски раскаленного угля, то они должны быть снабжены надежными приспособлениями, задерживающими эти частицы. В фонарях с ограниченным доступом воздуха (закрытой дугой) особых приспособлений для этой цели не требуется.

249. Дуговые фонари, установленные на корабле, должны быть заключены либо в оплетенный колпак, либо должны быть снабжены каким-нибудь иным приспособлением для удержания падающих кусков стекла разбитого колпака фонаря.

250. Кожухи дуговых фонарей должны быть изолированы от токоведущих частей, при применении металлических тросов; последние также должны быть изолированы от фонарей. Подвесные троссы не должны быть скручены с проводами.

## VIII. Прожектора.

251. Прожектора, применяемые на судах, могут быть снабжены стеклянным или металлическим отражателем (рефлектором).

252. Все электрические части прожектора должны быть полностью изолированы от корпуса лампы, кожуха и тумбы прожектора.

253. Тумба прожектора должна быть заземлена (соединена с корпусом судна).

254. Все части прожектора, которые во время его действия подвергаются регулировке, должны быть изолированы от цепи тока и так расположены, чтобы была обеспечена полная невозмож-

ность прикосновения обслуживающего их персонала к частям, находящимся под напряжением.

255. В цепи прожектора обязательна установка двухполюсных рубильников и предохранителей.

256. Для получения возможности поверки изоляции частей прожектора должны быть сделаны приспособления, дающие возможность отделить прожектор от питаемых его проводов.

257. Если управление прожектором производится на расстоянии, то соединительный многожильный кабель, прокладываемый между прожектором и постом управления, должен быть снабжен на концах специальными соединительными втулками с соответствующими контактами.

258. Питание поста управления (манипулятора) должно производиться от той же цепи, от которой питается лампа прожектора.

259. Манипулятор должен быть так устроен, чтобы его кожух или рукоятка не могли оказаться под напряжением. Кожух манипулятора должен быть заземлен (соединен с корпусом судна).

## IX. Приборы наружной электрической световой сигнализации.

260. Огни наружной электрической сигнализации, носимые кораблями, согласно правил для предупреждения столкновения судов в море, и имеющие международное значение, суть следующие [1]):

| Название огня. | Цвет огня. | Число ламп и число свечей. | Примечание. |
|---|---|---|---|
| 1. Топовый передний | белый | 2×50 | Устанавливается только на судах водовмещением свыше 300 t. |
| 2. Правый бортовый | зеленый | 2×25 | |
| 3. Левый | красный | 2×25 | |
| 4. Топовый задний | белый | 2×50 | |
| 5. Гакобортный | белый | 2×50 | |
| 6. Буксирный средний и нижний, они же запасные топовые | белый | 1×50<br>1×50 | |
| 7. Аварийные | красные | 1×25<br>1×25 | Половинного напряжения, соединение последовательно. |
| 8, Штаговый | белый | 1×25 | |
| 9, Якорный кормовой | белый | 1×25 | |

[1]) Означенные огни предусмотрены „Правилами устройства ночной наружной электрической сигнализации на кораблях флота согласно правил сигналэ-производства“, издания 1911 г. СПБ. 1914 г.

Установка каждого огня (№№ 1,2,3,4 и 5) состоит из двух ламп, из коих одна является резервной, включаемой посредством переключателя.

261. Управление всеми перечисленными огнями ночной наружной электрической сигнализации осуществляется при помощи „контрольного коммутатора для отличительных огней", устанавливаемого в ходовой рубке корабля.

Огни топовые (передний и задний), бортовые (правый и левый) и гакобортный имеют на этом контрольном коммутаторе переключатели на три направления: „выключен" „первая лампа", „вторая лампа".

Огни буксирные (№ 6), аварийные (№ 7) и штаговый (№ 8) имеют переключатели на два направления: „включен" и „выключен".

Огонь якорный кормовой (№ 9) имеет на контрольном коммутаторе один и тот-же переключатель с огнем гакобортным; когда корабль на ходу, то работает гакобортный огонь, а когда корабль на якоре, то якорный кормовой.

Примечание. На судах водовмещением ниже 200 t, контрольный коммутатор устанавливается только для отличительных бортовых огней (красного и зеленого). Для остальных же огней можно ограничиться установкой выключателей и переключателей.

262. На морских и озерных судах питание контрольного коммутатора для отличительных огней должно производиться отдельными проводами, идущими непосредственно от главной распределительной доски.

263. На всех кораблях арматура ночной наружной электрической сигнализации должна быть герметического типа, проводка должна быть сделана освинцованным кабелем и хорошо защищена от случайных повреждений: до высоты человеческгоо роста провода должны быть проведены в железных трубках или прикрыты простыми металлическими кожухами.

При проходе проводов через переборки и палубы эти трубы и кожухи должны заканчиваться от них на таком расстоянии, чтобы был доступ к сальникам.

От каждого фонаря огней ночной наружной электрической сигнализаци должен итти гибкий провод, оканчивающийся вилкой, а каждый провод, подводящий ток к фонарю, должен заканчиваться соответствующим штепселем.

264. Освещение палуб должно быть устроено таким образом, чтобы оно не могло препятствовать ясному различению отличительных огней; арматура приборов ночной наружной сигнализации должна иметь строго определенные углы освещения, отвечающие установленным правилам для предупреждения столкновения судов в море.

265. Все приборы ночной наружной электрической сигнализации должны иметь запасные лампы, питаемые каким либо другим не электрическим источником света.

## X. Судовые радиостанции.

266. Судовая радиостанция должна удовлетворять действующим в СССР международным соглашениям, определяющим ее назначение, характер эксплоатации, систему, мощность и длину волны.

267. Все электротехническое оборудование радиостанции, находящееся под напряжением судовой сети, подчиняется общим правилам безопасности для электротехнических устройств на судах.

268. Приборы и механизмы высокого напряжения как постоянного тока, так и переменного низкой и повышенной частоты, должны удовлетворять общим положениям и нормам электротехнических устройств, расположенных в сырых помещениях.

269. Размеры помещения радиостанций и расположение приборов должны обеспечивать удобства эксплоатации станций и доступ к приборам для осмотра.

270. Все приборы должны быть снабжены соответственными графиками, таблицами и инструкциями (описаниями), необходимыми для обслуживания.

271. В отношении питания радиостанции должны быть отнесены к категории ответственных механизмов.

272. Электрические механизмы и провода, обслуживающие радиостанцию, должны быть защищены от индуктированных токов большой частоты при помощи конденсаторов, соединенных попарно последовательно с заземлением их средней точки. Защита посредством сопротивлений (ламп и проч.) воспрещается.

273. На судах, снабженных радиостанциями с мощностью отправителя более 2 kW в антенне, стальной стоячий такелаж

должен быть разделен изоляторами в своих частях, расположенных ближе 6 m к радиосети на участки не более 25 m.

274. Отправитель радиостанции не должен излучать энергии при длине волн, отличающихся более, чем на 5% от рабочей длины волны.

275. Мощность отправителя должна меняться быстро и в пределах не менее, чем до одной четверти (25%) от нормальной.

276. Приемно-передающее устройство должно быть снабжено приспособлением, блокирующим приемник во время работы отправителя и наоборот.

Примечание: Исключения составляют случаи применения системы, допускающей одновременно прием и передачу.

277. Сама радиосеть по своей конструкции и материалу должна выдерживать давление ветра до 11 баллов по шкале Бофорта.

278. Провод к радиосети должен быть защищен в доступных местах: на верхней палубе, в междупалубных помещениях и т. д. соответствующими ограждениями высотой не менее 1,5 m.

279. В проводах, соединяющих отправитель и приемник с радиосетью, должен быть включен замыкатель, для непосредственного заземления радиосети.

280. Радиосеть должна быть достаточной емкости, чтобы при работе станции полной мощностью не было заметно истечений или сияний на проводах или изоляторах.

281. Устройство подвеса радиосети должно допускать возможность быстрого спуска и подъема ее, а также обтяжки втугую без необходимости подъема к месту ее крепления.

282. Заземление должно быть возможно меньшего сопротивления и должно осуществляться при помощи непосредственного присоединения к смоченной металлической части корпуса корабля.

Пользование трубопроводами для целей заземления не допускается.

283. В случае радиостанций с системами передатчиков, выделяющих при работе вредные газы или производящих сильный шум, последние должны снабжаться в первом случае вентиляцией, с выводом газов из помещений радиостанции и во втором случае — шумозаглушителями.

284. Изоляция радиосети в сухом состоянии относительно корпуса корабля должна быть не менее 1 МΩ и при дождливой погоде не менее 0,5 МΩ.

## XI. Судовые телефоны, телеграфы и приборы внутренней электрической сигнализации.

### А. Судовые телефоны.

285. Телефоны, устанавливаемые на судах, должны передавать речь отчетливо и достаточно громко даже и при работе механизмов.

286. Пользование корпусом корабля, как обратным проводом, воспрещается.

287. Телефоны, служащие для управления кораблем, должны быть выделены в обособленную группу с отдельной батареей, помещенной в запертом помещении выше ватер-линии, и не соединяемую с остальными телефонами корабля.

288. Схема группы управления кораблем должна предусматривать один передатчик и несколько приемников. Передатчик может вызвать и быть вызванным приемниками, последние же не могут переговариваться друг с другом.

Примечание: При наличии нескольких передатчиков, установленных в различных помещениях, должен быть предусмотрен особый переключатель постов управления.

289. Остальные телефоны корабля включаются в одну или несколько групп в зависимости от условий службы на корабле и между ними допускаются всякие соединения для достижения удобства переговоров.

290. Телефонные кабели должны быть проложены по возможности отдельно от осветительных и силовых кабелей.

291. В машинных отделениях и тех помещениях, где шум от работы механизмов может заглушить звуковой сигнал, должен быть предусмотрен световой сигнал.

292. Источником тока могут быть аккумуляторные батареи или батареи первичных элементов; как в первом случае, так и во-втором должен быть запасной комплект аккумуляторов или элементов.

293. Телефоны, коммутаторы, звонки, соединительные коробки и прочие приборы должны быть защищенного типа.

294. Микротелефоны должны быть с легко заменяемым капсюлем, весьма просты, крепки и не должны портиться от попадания на них воды.

295. Зажимы всех приборов и соединительных коробок должны быть пронумерованы соответственно включенным в них жилам кабеля и быть легко доступными для удобства ремонта.

296. Провода должны быть стационарного типа с луженой медной жилой и с изоляцией из вулканизированной резины.

297. При применении многожильных кабелей каждая жила для удобства распознавания должна иметь свой цвет или комбинацию цветов.

### Б. Судовые телеграфы и указатели.

298. Приборы должны быть простой конструкции и надежны в действии.

299. Если напряжение источника тока превосходит 40 V, то все приборы и проводка должны удовлетворять правилам для осветительных и силовых установок.

300. Колебание напряжения источника тока до 10% не должно отражаться на показаниях приборов.

301. Во всех случаях, когда применены двигатель-генераторы, трансформаторы или аккумуляторы, провода должны быть защищены предохранителями.

302. Провода должны быть стационарного типа с луженой медной проволокой, с изоляцией из вулканизированной резины и защищенные сплошной свинцовой оболочкой.

303. Все ответвления должны быть сделаны в соединительных коробках при помощи зажимов.

304. Приборы и соединительные коробки должны быть водонепроницаемого типа.

305. При применении многожильных кабелей, каждая жила для удобства распознавания должна иметь свой цвет или комбинацию цветов, зажимы же все должны быть пронумерованными и легко доступными.

306. В случае применения двигатель-генераторов и трансформаторов, они должны, вместе с их контрольными приспособлениями

удовлетворять правилам для подобных устройств осветительных и силовых установок.

### В. Приборы звонковой сигнализации.

307. Пользование судовой сетью для низковольтной звонковой сигнализации воспрещается.

308. Для сырых помещений провода должны применяться с луженой медной жилой и с изоляцией из вулканизированной резины.

309. Для сухих помещений провода могут быть применяемы с нелуженой медной жилой и с изоляцией из обмотки хлопчато-бумажной пряжи и из оплетки цветными хлопчато-бумажными нитками, пропитанными изолирующим составом, который при 50° С. не должен стекать с проводника.

310. В случае применениязвонков, напряжением выше 40 V, вся установка должна удовлетворять правилам для осветительных и силовых установок.

## XII. Основные требования по отношению к судам, перевозящим нефтяные продукты с температурой вспышки ниже 65° С.

311. В означенных установках все кабели должны быть освинцованные или освинцованные и бронированные.

312. В означенных установках напряжение постоянного или переменного тока не должно превышать 120 V. При постоянном токе разрешается применять только двухпроводную систему, при чем двухжильные провода не допускаются.

При переменном токе все фазы должны быть заключены в одну оболочку.

313. Каждый фидер, отходящий от главной распределительной доски, и каждое ответление от него должны иметь рубильники на каждом полюсе.

314. Все защитные ящики подстанций, секционных досок должны быть металлические герметического типа и все кабели должны входить в них через герметические сальники.

315. Не разрешается в наливных трюмах и кофердамах установка какой бы то ни было арматуры и ввод в них проводов.

Для освещения этих помещений допускается только применение ручных аккумуляторных фонарей специальной конструкции, разрешенной для работ в помещениях, опасных по отношению ко взрывам.

316. Насосные помещения должны освещаться лампами в герметической арматуре, при чем проводка к ним должна находиться вне насосного помещения.

317. Лампы в помещениях, непосредственно прилегающих к наливным трюмам, и в междупалубном пространстве, должны быть заключены в герметическую арматуру, при чем вся проводка должна быть выполнена также в герметических трубках. Рубильники должны быть двухполюсными и находиться вне этих помещений.

## XIII. Защита судов от разрядов атмосферного электричества.

318. Громоотводы должны устанавливаться на всех мачтах деревянных судов и на деревянных мачтах стальных судов.

На стальных мачтах стальных судов установка громоотводов не требуется.

319. На судах деревянных и композитных провода громоотводов должны состоять из непрерывной медной ленты или тросса, площади сечения не менее 100 $mm^2$., которые должны быть прикреплены или укреплены кожухом к медной рогатке, помещенной на клотике мачты.

Если нижний конец медной ленты оканчивается у того места, где отходят от мачты штаги, то она должна быть плотно скреплена с медным троссом, не менее 12 mm диаметром. Этот медный тросс должен быть проведен на штагу и соответствующим образом скреплен с металлической обшивкой судна, или на необшитых судах с металлической луженой пластиной, площади не менее 0,2 $m^2$, укрепленной на корпусе судна ниже ватер-линии при наименьшей осадке судна.

320. При наличии опускающейся стеньги между нею и мачтой должна была устроена металлическая наметка.

321. На стальных судах с деревянными мачтами провод громоотвода должен состоять из медной ленты, нижний конец которой должен быть основательно скреплен с ближайшей металлической частью корпуса судна.

## XV. Приложение.

§ 1. Следует различать типы машин:

а) Герметические машины, т.-е. машины, способные выдерживать без вреда и без понижения сопротивления изоляции ниже 500 000 Ω полное погружение в воду в течение 4 часов; устанавливаются для особо ответственных механизмов, каковые механизмы должны работать, даже находясь в затопленном помещении.

б) Безопасные от взрыва машины, т.-е. корпус которых может выдержать без вреда любой взрыв газа, могущий произойти внутри машины и не дает возможности передачи пламени горючему газу, находящемуся вне машины; устанавливаются во всех местах, где может быть скопление воспламеняющихся газов, жидкостей и пыли.

в) Закрытые машины, конструкция которых не допускает свободной циркуляции воздуха изнутри машины наружу и обратно; устанавливаются в котельных, помещениях на верхней палубе и в пыльных помещениях.

г) Защищенные машины, коих арматура, катушки возбуждения и другие токоведущие части защищены механически от случайного или неосторожного прикосновения и от брызг жидкостей, между тем как свободная вентиляция не встречает существенных препятствий; устанавливаются во всех грязных помещениях, подверженных кратковременным обливаниям водой, брызгами воды, масла и т. д., а также в жилой палубе и в проходных помещениях.

д) Открытые машины, т.-е. такие, в которых нет никаких препятствий для вентиляции, кроме тех, которые обусловлены требованиями хорошей механической конструкции; допускаются к установке в машинных помещениях, в помещениях под надзором обслуживающего персонала.

§ 2. При указании мощности следует различать следующие виды работ:

а) Повторно-кратковременная работа, при которой длящиеся несколько минут периоды работы чередуются с периодами остановки (например, двигатели для кранов подъемных машин и т. п.).

б) Временная работа, при которой рабочий период настолько короток, что температура машины не может достигнуть

своей конечной величины, период же покоя длится настолько долго, что температура может снова понизиться, приблизительно, до температуры окружающей среды.

в) Продолжительная работа, при которой рабочий период настолько велик, что температура достигает своей конечной величины.

§ 3. Под нормальною мощностью машин и трансформаторов при повторно кратковременной работе (§ 2а) следует понимать ту мощность, при которой они могут работать непрерывно в течение одного часа без того, чтобы повышение температуры превзошло при этом указываемый ниже допустимый предел. Нормальная мощность эта должна быть обозначена на прикрепляемом к машине щитке с надписью: при повторно-кратковременной работе.

§ 4. Под нормальною мощностью машин и трансформаторов при временной работе (§ 2б) следует понимать ту мощность, которую они могут отдавать в течение требуемого промежутка времени без того, чтобы повышение температуры превзошло при этом указываемый ниже допустимый предел. Нормальная мощность эта должна быть обозначена на прикрепляемом к машине щитке с надписью: «в течение . . . часов».

§ 5. Под нормальною мощностью машин и трансформаторов при продолжительной работе (§ 2в) следует понимать ту мощность, которую они могут отдавать в течение произвольно долгого времени без того, чтобы повышение температуры превзошло при этом указываемый ниже допустимый предел. Нормальная мощность эта должна быть обозначена на прикрепляемом к машине щитке с надписью: «при продолжительной работе».

§ 6. Допустимо также одновременное обозначение мощности двух или трех указанных видов работы.

§ 7. Приборы бывают защищенного, водонепроницаемого и герметического типа.

Под прибором защищенного типа понимается прибор, конструкция которого защищает его от попадания внутрь воды и пыли.

Под прибором водонепроницаемого типа понимается устройство, при котором направленная на его оправу струя воды не проникает в эту арматуру.

Под прибором герметического типа понимается такой прибор, который, будучи наполнен сжатым воздухом, под давлением 0,5 kg.

на 1 $cm^2$ и погружен в воду, не дает выходящих из него пузырьков воздуха. Для удостоверения в герметичности измерительные приборы должны иметь пробные отверстия, закрываемые винтом, через которые можно накачивать внутрь прибора воздух. Корпуса таких приборов должны быть герметичны, с плотно пригнанными шлифованными стеклами, толщиной не менее 4 mm, вставленными на особой свинцовой замазке.

§ 8. а) Под предохранителем понимается устройство, включая цоколь, плавящиеся части предохранителя, зажимы и крышку его, имеющее своим назначением предохранить цепь, в которой включен последовательно предохранитель, от чрезмерного нагревания током, посредством расплавления металлической пластины или проволоки, введенной в цепь тока.

б) Плавкий мостик — пластины, проволока или группа проволок, включенная между зажимами предохранителя посредством зажимных приспособлений.

в) Плавкая пробка—устройство, состоящее из ввинчивающегося или вставленного в предохранитель патрона с заключенной в нем плавкой проволокой.

г) Номинальной силой тока плавкого предохранителя называется наибольшая сила тока, на которую должен быть поставлен плавкий предохранитель и которая на 20% меньше наибольшего значения допустимой силы тока в амперах. Номинальная сила тока должна быть обозначена на контактных частях плавких мостиков предохранителей.

§ 9. Под определением выключателя и переключателя подразумевается устройство, имеющее специальным назначением быстрое прерывание и возобновление тока в проводах и изменения пути, по которому он протекает.

а) Однополюсным выключателем и переключателем называется устройство, прерывающее в одном полюсе или фазе цепь тока или изменяющее его путь.

б) Выключатели и переключатели называются двухполюсными, трехполюсными и многополюсными, если они одновременно во всех полюсах или фазах прерывают цепь тока или изменяют его путь.

в) Коробчатым выключателем и переключателем называется поворотный выключатель или переключатель,

заключенный в металлический или изолирующего материала корпус, в котором подвижные контакты установлены на изолированном цилиндре, к оси которого прикрепляется ручка для его вращения при действии им.

г) Рычажным выключателем (рубильником) и переключателем называется прибор, прерывающий ток или изменяющий его путь посредством подвижных контактов, являющихся составной частью рычага, вращающегося на оси.

д) Рычажные выключатели (рубильники) и переключатели мгновенного действия отличаются от указанных в п. г. тем, что они имеют пружины для быстрого отрыва ножей в момент размыкания.

§ 10. Главною или грузовою ватер-линиею (Г. В. Л.) называется плоская кривая, получающаяся от пересечения корпуса судна, при полной его нагрузке, с уровнем спокойной воды.

Настоящие Правила и Нормы для электротехнических устройств на судах торгового флота разработаны Комиссией по Судовой Электротехнике при Ленинградском Отделении Ц.Э.С. при участии представителей от следующих учреждений:

1. Научно-Технический Комитет Морских Сил СССР,
2. Механический Отдел Главного Управления Кораблестроения,
3. Военно-Морская Академия,
4. Главное Гидрографическое Управление,
5. Регистр Союза ССР.,
6. Государственный Электротехнический Трест,
7. Электрический Трест заводов Слабого Тока,
8. Судостроительный Трест,
9. Механический Отдел ЛОПС,
10. Механическо-Судостроительный Отдел НКПС,
11. Н. К. Труда.

Кроме того, в работе Комиссии принимали участие особо приглашаемые специалисты.

Означнные правила согласованы с временными правилами для электрических установок на судах, изданными в 1926 г. Регистром Союза ССР и являются правилами безопасности и не имеют в виду требований, предъявляемых к судовым устройствам для получения того или иного класса.

Предлагаемые правила охватывают собою все главнейшие отделы судовой электротехники, за исключением норм освещенности судовых помещений и конструкции судовых кабелей, которые в настоящее время еще окончательно не закончены разработкой и будут составлены в ближайшем будущем.

---

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37.863. Тираж 1.700 экз. 4 л.

Цена — 80 коп.

Для членов Съезда—бесплатно

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Временные руководящие указания по устройству электротехнических установок в сельских местностях *).

### I. Общие указания.

§ 1. При устройстве электрических установок высокого напряжения в сельских местностях рекомендуется устанавливать на станции трехфазные генераторы низкого напряжения с последующей трансформацией вырабатываемого ими тока на ток высокого напряжения.

Трансформаторы должны быть установлены либо в закрытых помещениях, или снаружи, таким образом, чтобы они были трудно доступны, например, на столбах.

В случае применения генераторов, вырабатывающих непосредственно ток высокого напряжения, рекомендуется ограждать доступ к ним при помощи решеток и т. п.

### II. Токоразъединяющие части.

§ 2. Установка масляных выключателей на электрических станциях обязательна при наличии машин высокого напряжения. В том же случае, когда машинами вырабатывается ток низкого напряжения, можно ограничиться установкой на линиях высокого напряжения за повысительными трансформаторами разъединителей, при помощи которых и производить отключение отдельных цепей высокого напряжения, после отключения трансформатора со стороны низкого напряжения.

### III. Защита от перенапряжений в установках высокого напряжения.

§ 3. Для защиты от перенапряжений можно ограничиться установкой следующих приборов:

---

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

а) одного комплекта разрядников, установленных на шинах и заземленных через добавочное сопротивление;

б) одного комплекта катушек, обладающих достаточной самоиндукцией, на каждый генератор или трансформатор.

§ 4. Для защиты столбовых трансформаторов, а также трансформатеров, установленных в киосках, можно ограничиться одними индукционными катушками, или же применять трансформаторы с усиленной изоляцией первых витков, отказавшись от каких бы то ни было специальных приборов для защиты от перенапряжений.

## IV. Вводы и выводы проводов высокого напряжения.

§ 5. При устройстве вводов или выводов проводов из электрических станций и трансформаторных подстанций провода высокого напряжения могут быть удалены от земли своими низшими точками на 4,5 m при условии, что провода вводного пролета не пересекают проезжей части улицы, а длина пролета не превышает 5 m и высота подвеса проводов на столбе — не менее 6,5 m. (ср. § 130 п. «б» Правил ВЭС).

## V. Воздушные линии низкого напряжения.

§ 6. Голые воздушные провода, идущие вдоль улиц или дорог, а также пересекающие улицы или дороги, при низком напряжении должны быть удалены от земли в точке наибольшего провеса на высоту не менее 5 mm.

## VI. Вводы в здания.

§ 7. В качестве проводов «противостоящих атмосферным влияниям» (§ 119 Правил ВЭС) можно применять провод марки П. В. М, или же провода с изоляцией из вулканизированной резины.

§ 8. Голые провода вводов, пересекающие полосу улицы, служащую только для пешеходного движения, могут иметь наинизшую точку при вводе в здание — 3 m, при пролете не более 10 m, и при высоте подвеса проводов на столбе не менее 5,5 m.

При тех же условиях, но при пролете 10 — 20 m., наинизшая точка подвеса ввода на здании должны быть не меньше 3,5 m.

§ 9. Сечение медных вводных проводов при пролетах до 20 m. должно быть не менее 4 $mm^2$ при пролете свыше 20 m — не менее 6 $mm^2$.

При применении для устройства вводов бронзовых проводов, таковые должны обладать сопротивлением на разрыв не меньшим, чем медные провода вышеуказанных сечений.

Допускается для устройства вводов применять также железные оцинкованные провода диаметром не менее 3 mm.

§ 10. Вводы в здания рекомендуется выполнять через стены, а не через крышу. В тех случаях, когда малая высота домов не позволяет сделать нормальный ввод через стену, следует ставить у ввода дополнительный столб или какое-либо приспособление на стене (кронштейн, планку и т. п.), на который делать отвод с линейного столба, и далее спускаться вниз изолированным проводом, на изоляторах или роликах, до высоты, приемлемой для ввода через стену.

§ 11. При установке опор на крышах таковые должны быть прочно прикреплены и, в случае необходимости, снабжены оттяжками из тросса или железной проволоки.

§ 12. Для достижения наибольшей безопасности установки, рекомендуется ставить предохранители как на столбе, так и внутри здания. На столбе может быть установлен простейший предохранитель в виде плавкого мостика между одним из вводных проводов и соответствующим линейным проводом.

## VII. Монтаж внутри строений.

§ 13. В жилых помещениях проводку рекомендуется выполнять проводом, а не шнуром.

В помещениях служб (сараях, овинах, сеновалах, погребах, конюшнях и т. п.) шнуровая проводка недопустима.

§ 14. Должно быть обращено особое внимание на выполнение требования § 85 Правил ВЭС (Высокие изолирующие кольца у патронов ламп накаливания).

§ 15. Переносные лампы допускается устанавливать только в жилых помещениях.

Штепсельные розетки в помещениях служб не допускаются.

§ 16. В помещениях служб устанавливать патроны с ключем не допускается. В жилых помещениях также предпочтительнее устанавливать патроны без ключа.

§ 17. В помещениях служб ламповые патроны должны быть из изолирующего материала. Лампы должны быть заключены в арматуру, снабженную предохранительными колпаками, а в случае наличии опасности механических повреждений, также и защитными сетками. Колпаки должны иметь отверстия для отвода конденсирующейся влаги.

§ 18. Для защиты осветительных цепей должны применяться пробочные предохранители с винтовой нарезкой.

§ 19. Установка предохранителей и выключателей в сеновалах, овинах и т. п. не допускается. Всю проводку, обслуживающую эти помещения, следует выносить наружу, внутрь же помещений вводить ответвления по кратчайшим расстояниям непосредственно к местам установки приемника

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда — бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центроиздата Народов СССР, Красная ул.' 1.
Ленинградский Гублит № 37.936. Тираж 1.700 экз. 1/4 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Нормы на освинцованные силовые кабели *).

### I. Кабели с изоляцией из вулканизированной резины.

Для освинцованных кабелей с резиновой изоляцией должны применяться провода с вулканизированной резиной, согласно нормам ВЭС. Толщина резиновой оболочки выбирается соответственно рабочему напряжению, причем, однако, она должна быть не менее 1,5 mm. Многожильные освинцованные кабели с резиновой изоляцией должны изготовляться посредством скрутки отдельных жил. Жилы как одножильных, так и многожильных кабелей могут не иметь оплетки, однако жилы многожильных кабелей после скрутки должны быть обмотаны прорезиненной хлопчато-бумажной лентой. Толщина свинцовой оболочки и брони одножильных кабелей должна соответствовать величинам, приведенным в таблице 1, а многожильных кабелей в таблице 3.

Для освинцованных кабелей с резиновой изоляцией, оплетенных металлическими проволоками, конструкция покровов над свинцовой оболочкой не нормируется.

Жилы и готовые кабели для рабочих напряжений до 2 000 V испытываются двойным рабочим напряжением, но не менее, чем напряжением в 2 000 V переменного тока, частотою 50 периодов в секунду; продолжительность испытания 30 минут. Величина испытательного напряжения для кабелей на рабочее напряжение в 2 000 V и выше берется такою же, как и для специальных проводов с изоляцией из вулканизированной резины.

При испытании многожильных кабелей схемы включения и продолжительность приложения напряжения должны соответствовать таковым, приведенным в таблице 4.

Величины нагрузок освинцованных кабелей с резиновой изоляцией не нормируются.

---

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

## ТАБЛИЦА 1.

### Конструкция одножильных освинцованных кабелей постоянного тока для напряж. до 750 V.

| Медная проволока. | | | Наименьшая толщина изолирующего слоя. mm. | Наименьшая толщина свинцовой оболочки. mm. | Покров над свинцовой оболочкой. | | Броня. | | Покров над броней. | | Наружн. диам. готов. кабеля. mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Сечение меди. $mm^2$. | Наименьшее число проволок в кабелях. Без контр. жилы. | Наименьшее число проволок в кабелях. С контр. жилой. | | | Материал. | Толщина mm. | Толщина ленты mm. | Диаметр провол. mm. | Материал. | Толщина mm. | Без контр. жилы. | С контр. жилой. |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
| 1 | 1 | — | 1,75 | 1,1 | Хорошо пропитанная бумага или иной материал с пропиткой, не содержащей кислот. | 1,5 | — | Оцинкованная железная проволока диаметром от 1,8 mm. | Хорошо пропитанн., не содержащий кислот волокнист. материал (не бумажн. лента). | 1,5 | 16 | — |
| 1,5 | 1 | — | 1,75 | 1,1 | | 1,5 | — | | | 1,5 | 16 | — |
| 2,5 | 1 | — | 1,75 | 1,1 | | 1,5 | — | | | 1,5 | 17 | — |
| 4 | 1 | — | 1,75 | 1,2 | | 1,5 | — | | | 1,5 | 18 | — |
| 6 | 1 | — | 1,75 | 1,2 | | 1,5 | 2 × 0,5 | | | 1,5 | 19 | — |
| 10 | 1 | — | 1,75 | 1,2 | | 1,5 | 2 × 0,5 | | | 1,5 | 20 | — |
| 16 | 1 | 3 | 2,0 | 1,2 | | 1,5 | 2 × 0,5 | | | 1,5 | 22 | 23 |
| 25 | 7 | 6 | 2,0 | 1,2 | | 1,5 | 2 × 0,8 | | | 2,0 | 23 | 24 |
| 35 | 7 | 6 | 2,0 | 1,3 | | 1,5 | 2 × 0,8 | | | 2,0 | 25 | 26 |
| 50 | 7 | 6 | 2,0 | 1,3 | | 1,5 | 2 × 0,8 | | | 2,0 | 27 | 28 |
| 70 | 19 | 13 | 2,0 | 1,4 | | 1,5 | 2 × 0,8 | | | 2,0 | 29 | 30 |
| 95 | 19 | 13 | 2,0 | 1,4 | | 1,5 | 2 × 0,8 | | | 2,0 | 31 | 32 |
| 120 | 19 | 13 | 2,0 | 1,5 | | 2,0 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 33 | 34 |
| 150 | 19 | 18 | 2,25 | 1,6 | | 2,0 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 36 | 37 |
| 185 | 37 | 26 | 2,25 | 1,7 | | 2,0 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 38 | 39 |
| 240 | 37 | 29 | 2,50 | 1,8 | | 2,0 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 41 | 42 |
| 300 | 37 | 36 | 2,50 | 1,9 | | 2,5 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 44 | 45 |
| 400 | 37 | 36 | 2,50 | 2,0 | | 2,5 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 47 | 48 |
| 500 | 37 | 36 | 2,75 | 2,1 | | 2,5 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 52 | 53 |
| 525 | 37 | 36 | 2,75 | 2,3 | | 2,5 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 56 | 57 |
| 800 | 37 | 36 | 3,0 | 2,4 | | 2,5 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 61 | 62 |
| 1 000 | 61 | 60 | 3,0 | 2,6 | | 2,5 | 2 × 1,0 | | | 2,0 | 66 | 67 |

ТАБЛИЦА 2.

**Конструкция медных жил и толщины изоляции многожильных кабелей с жилами круглого сечения.**

| Поперечное сечение меди. mm². | Минимальное число проволок. | Толщина изоляции | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | до 1 000 V | 2 200 V *) | 3 300 V | 6 600 V | 11 000 V |
| 1 | 1 | 2,0 | — | — | — | — |
| 1,5 | 1 | 2,0 | — | — | — | — |
| 2,5 | 1 | 2,0 | — | — | — | — |
| 4 | 1 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | — | — |
| 6 | 1 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | — | — |
| 10 | 1 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,6 | 7,0 |
| 16 | 1 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,6 | 7,0 |
| 25 | 7 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,6 | 6,5 |
| 35 | 7 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,2 | 6,0 |
| 50 | 19 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,2 | 6,0 |
| 70 | 19 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,2 | 6,0 |
| 95 | 19 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,2 | 6,0 |
| 120 | 19 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,5 |
| 150 | 37 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,5 |
| 185 | 37 | 2,2 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,5 |
| 240 | 37 | 2,2 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | — |
| 300 | 61 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | — | — |
| 400 | 61 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | — | — |

*) Напряжение в 2 200 V вводится, как временное, ввиду наличия большого количества станций, работающих при этом напряжении.

ТАБЛИЦА 3.

**Толщины свинцовых оболочек и брони многожильных кабелей.**

| Диаметр жилы кабеля под свинц. оболочкой mm. | Наименьшая толщина свинцовой оболочки mm. | Толщина покрова над свинц. оболочкой mm. | Толщина железной ленточной брони mm. | Толщина покрова над броней mm. |
|---|---|---|---|---|
| До 10 . . . . . | 1,2 | 1,5 | 2 × 0,5 | 1,5 |
| » 12 . . . . . | 1,3 | 1,5 | 2 × 0,8 | 2 |
| » 14 . . . . . | 1,4 | 1,5 | 2 × 0,8 | 2 |
| » 16 . . . . . | 1,4 | 1,5 | 2 × 0,8 | 2 |
| » 18 . . . . . | 1,5 | 1,5 | 2 × 0,8 | 2 |
| » 20 . . . . . | 1,6 | 2,0 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 23 . . . . . | 1,7 | 2,0 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 26 . . . . . | 1,8 | 2,0 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 29 . . . . . | 1,9 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 32 . . . . . | 2,0 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 35 . . . . . | 2,1 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 38 . . . . . | 2,2 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 41 . . . . . | 2,3 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 44 . . . . . | 2,4 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 47 . . . . . | 2,6 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 54 . . . . . | 2,7 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 62 . . . . . | 2,9 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |
| » 70 . . . . . | 3,1 | 2,5 | 2 × 1,0 | 2 |

## II. Кабели с изоляцией из пропитанной бумаги.

§ 1. Конструкция одножильных кабелей постоянного тока на напряжение до 750 V.

Конструкция кабелей должна быть выполнена в соответствии с таблицей 1, причем:

1) Для голых освинцованных кабелей применяются графы 1—4.

2) Для освинцованных асфальтированных кабелей применяются графы 1—5.

3) Для бронированных кабелей применяются графы 1—8.

Сечение меди контрольных жил должно быть не меньше 1 mm².

§ 2. Конструкция скрученных многожильных кабелей на напряжение до 11 000 V.

Для кабелей с круглыми жилами, число проволок жилы и толщина изоляции должна соответствовать величинам, приведенным в таблице 2.

Для кабелей с секторными жилами толщины изоляции должны быть не меньше соответствующих толщин изоляции кабелей с круглыми жилами. Толщина изоляции, приведенная в таблице 2; представляет из себя толщину изоляции между жилами; этой же величине должна равняться толщина изоляции между жилами и свинцовой оболочкой.

Толщины свинцовой оболочки и ленточной брони должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 3.

§ 3. Правила испытания кабелей на заводе.

а) Сопротивление изоляции, измеренное постоянным током, при напряжении не менее 100 V, после 1 минуты электризации и при температуре помещения от 10° C до 20° C, должно быть для всех сечений и напряжений кабеля не ниже 100 MΩ на 1 km. Измерение сопротивления изоляции производится после испытания высоким напряжением.

б) Для испытания высоким напряжением кусков кабеля строительной длины должен быть применен однофазный и трехфазный переменный ток, частотою 50 периодов в секунду.

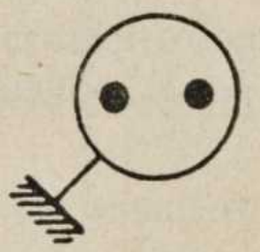
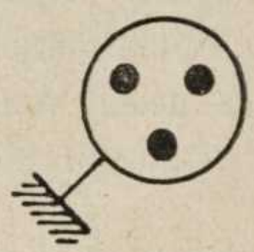
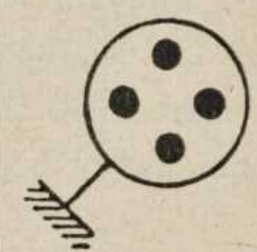
Для одножильных кабелей постоянного тока на напряжение до 750 V величина испытательного напряжения должна быть равна 1 200 V переменного тока при 50 периодах; продолжительность испытания 30 минут.

Величина испытательного напряжения для всех кабелей переменного тока устанавливается с помощью формулы $2E + 1\,000$, где E—рабочее напряжение кабеля в вольтах.

Схемы включения при испытании и продолжительность приложения напряжения для различных типов кабеля должны соответствовать таковым, приведенным в таблице 4.

Для представления об электрической прочности изоляции кабеля производится следующее испытание: от какого-либо кабеля отрезается кусок, длиной не более 5 m и подвергается по схеме

ТАБЛИЦА 4.

| Тип кабеля. | Схема включения. | Продолжительность испытания. |
|---|---|---|
| Двухжильный кабель. |  | |
| | а) 1 против 2 . . . . . | 15 мин. |
| | б) 2 + 2 против земли . . . | 15 » |
| | Всего . . . | 30 мин. |
| Трехжильный кабель. |  | |
| | а) 1 + 2 против 3 и земли . . | 10 мин. |
| | б) 1 + 3 » 2 » » . . | 10 » |
| | в) 2 + 3 » 1 » » . . | 10 » |
| | Всего . . | 30 мин. |
| | или | |
| | 1 + 2 + 3 против земли . . . | 15 мин. |
| | 1 против 2 прот. 3 (трехфазным током) . . . . . | 15 » |
| | Всего . . . | 30 мин. |
| Четырехжильный кабель. |  | |
| | а) 1 + 3 против 2 + 4 . . . . | 15 мин. |
| | б) 1 + 2 » 3 + 4 . . . . | 15 » |
| | в) 1 + 2 + 3 + 4 против земли | 10 » |
| | Всего . . . | 40 мин. |

указанной в таблице 4 испытанию пятикратным рабочим напряжением; при быстром повышении напряжения кабель должен выдержать указанное напряжение в течение 5 минут.

в) Для проверки способности изоляции кабеля выдерживать изгибание, образец кабеля может быть подвергнут следующему испытанию.

Кусок кабеля, длиной 5 m, освобожденный от брони, изгибается вокруг барабана, диаметр которого равен 15-ти кратному диаметру кабеля, измеренному по свинцовой оболочке. После первого изгибания кабель выпрямляется и затем изгибается в обратном направлении. Такое изгибание в обоих направлениях проделывается три раза, после чего образец кабеля должен выдержать нормальное испытание напряжением. Изгибание кабеля производится при комнатной температуре. Проверка гибкости кабеля и

ТАБЛИЦА 5.

| Сечение меди. mm² | Максимальный длительный ток в амперах. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Одно-жильные кабели до 750 V | Двухжильные кабели | | Трехжильные кабели | | Четырехжильные кабели | |
| | | до 3 300 V | до 11 000 V | до 3 300 V | до 11 000 V | до 3 300 V | до 11 000 V |
| 1 | 25 | 22 | — | 20 | — | 18 | — |
| 1,5 | 32 | 28 | — | 25 | — | 22 | — |
| 2,5 | 45 | 35 | — | 30 | — | 25 | — |
| 4 | 60 | 45 | — | 40 | — | 35 | — |
| 6 | 75 | 55 | — | 50 | — | 45 | — |
| 10 | 100 | 70 | 65 | 65 | 60 | 60 | 55 |
| 16 | 135 | 95 | 90 | 90 | 85 | 80 | 75 |
| 25 | 180 | 130 | 120 | 115 | 110 | 105 | 100 |
| 35 | 220 | 155 | 145 | 140 | 135 | 130 | 125 |
| 50 | 275 | 200 | 185 | 175 | 165 | 160 | 150 |
| 70 | 335 | 240 | 225 | 210 | 200 | 195 | 180 |
| 95 | 400 | 285 | 265 | 250 | 240 | 235 | 220 |
| 120 | 465 | 325 | 300 | 290 | 275 | 265 | 250 |
| 150 | 525 | 375 | 350 | 330 | 315 | 305 | 290 |
| 185 | 590 | 420 | 395 | 375 | 355 | 345 | 325 |
| 240 | 685 | 480 | 450 | 430 | 410 | 400 | 380 |
| 300 | 775 | 560 | — | 500 | — | 450 | — |
| 400 | 920 | 670 | — | 600 | — | — | — |
| 500 | 1 045 | — | — | — | — | — | — |
| 625 | 1 190 | — | — | — | — | — | — |
| 800 | 1 380 | — | — | — | — | — | — |
| 1 000 | 1 560 | — | — | — | — | — | — |

запаса электрической прочности не является обязательной и производится при приемке лишь в том случае, если это предусмотрено заказом.

§ 4. Правила испытания кабелей после прокладки.

Испытание кабелей после прокладки производится в течение одного часа напряжением, превышающим рабочее напряжение на 50%. При отсутствии источников переменного тока надлежащей

для производства и испытания мощности допускается испытание выпрямленным током, напр., равным трехкратному рабочего.

Сопротивление изоляции, измеренное до и после испытания высоким напряжением, должно быть при 15° С не ниже 15 МΩ на 1 km для всех сечений кабелей.

§ 5. Максимальная допустимая нагрузка кабелей.

Величины максимальных допустимых нагрузок, при условии прокладки одного кабеля в траншее, даны в таблице № 5; указанные в ней значения нагрузок относятся к кабелям как с круглыми, так и с секторными жилами. Данные таблицы получены, принимая максимальную допустимую температуру жилы кабеля в 50° С, среднюю температуру почвы в 15° С и глубину укладки в 70 cm.

При прокладке кабелей в сухом песке нагрузка кабелей должна быть не выше 75%, указанных в таблице № 5 значений.

В случае прокладки в одной траншее 2-х кабелей, при расстоянии между ними от 6 до 10 cm, нагрузка кабелей не должна превышать 85% от значений, приведенных в таблице 5.

В случае прокладки в одной траншее более, чем 2-х кабелей, нагрузка их должна выбираться, исходя из эксплоатационных данных с таким расчетом, чтобы температура жилы кабелей не превосходила 50° С, причем неработающие, слабо загруженные и нулевые кабели во внимание не принимаются.

При перемежающейся и неравномерной нагрузке допускается превышение величин, приведенных в таблице 5, причем величина нагрузки должна быть выбрана таким образом, чтобы установленное выше максимальное повышение температуры кабеля не было превзойдено.

---

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.272. Тираж 1.700 экз. 1/2 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и других рабочих и служебных помещений. *)

Общее положение.

§ 1. Помещения для всякого рода работы (в том числе и для конторско-канцелярской), а равно служебные и вспомогательные при них помещения и пространства (как-то: склады, входы, проходы, лестницы, раздевальни, уборные, дворы, навесы и т. п.) должны быть освещены искусственным светом, согласно нижеследующим правилам.

Освещенность.

§ 2. В продолжение всего рабочего времени освещенность помещений и рабочих поверхностей должна быть не менее нижеследующих численных значений.

**Расписание наименьших значений освещенности.**

| №№ по пор. | Разряд. | Подразряд. | Характеристика выполняемых работ, освещаемых рабочих поверхностей и помещений. | Наименьшая освещенность; люксы. | Временно допускаемая наименьшая освещенн. люксы. | Особые указания. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | | Мелкая или тонкая работа, связанная с различением предметов, частей их, черточек, букв, рисунков и т. д. очень малых размеров. (Отношение наименьшего размера рассматриваемой | | | |

*) Действие настоящих правил не распространяется на горно-заводскую промышленность.

Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

| №№ по пор. | Разряд. | Подразряд. | Характеристика выполняемых работ, освещаемых рабочих поверхностей и помещений. | Наименьшая освещенность; люксы. | Временно допускаемая наименьшая освещенн.; люксы. | Особые указания. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | части и т. п. к расстоянию последней до глаз не больше $\frac{1}{1000}$, т. е. угол зрения не больше чем около 3,5+'3,5'. При этом: | | | |
| | | а | Рабочие поверхности темного цвета; коэффициент отражения их менее 20% . . . . . | 100 | 50 | Яркость рабочих поверхностей, имеющих коэффициент отражения 6% и ниже. должна быть не менее $2\times10^{-4}\ \frac{\text{св.}}{\text{кв. см.}}$ временно же допускается не меньше $1\times10^{-4}\ \frac{\text{св.}}{\text{кв. см.}}$ |
| 2 | | б | 1) Рабочие поверхности светловатых и светлосерых цветов; коэффициент отражения их лежит в пределах от 20% до 50% . . | 75 | 35 | |
| 3 | | | 2) Рабочие поверхности светлых цветов; коэффициент отражения их более 50%, при чем рассматриваемые на них предметы, рисунки и т. п. также светлых цветов . . . . . | 75 | 35 | |
| 4 | | в | Рабочие поверхности светлых цветов (коэффициент отражения их более 50%), при чем рассматриваемые на них подробности, рисунки, пятна, буквы и т. д. светлосерых и темных цветов. . . . . | 50 | 25 | |
| 5 | II | | Мелкая и тонкая работа, как в разряде 1-м, но связанная с различением подробностей более заметных (отношение наимень- | | | |

| №№ по пор. | Разряд. | Подразряд. | Характеристика выполняемых работ, освещаемых рабочих поверхностей и помещений. | Наименьшая освещенность; люксы. | Временно допускаемая наименьшая освещен.; люксы. | Особые указания. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | шего размера рассматриваемой части, черты, нити и т. д. к расстоянию их до глаз более $\frac{1}{1000}$). | | | |
| | | а | Рабочие поверхности как в п. 1-а. . . . . | 60 | 30 | Яркость рабочих поверхностей, имеющих коэффициент отражения 6% и ниже, должна быть не менее $1 \times 10^{-4} \frac{\text{св.}}{\text{кв. см.}}$; временно же допускается не меньше $0{,}5 \times 10^{-4} \frac{\text{св.}}{\text{кв. см.}}$ |
| 6 | | б | Рабочие поверхности, как в п. 1-б. . . . . | 45 | 25 | |
| 7 | | в | Рабочие поверхности, как в п. 1-в. . . . . | 30 | 20 | |
| 8 | III | | Работа, не требующая различения мелких предметов, частей их, рисунков, черточек, пятен или иных каких-либо подробностей, но требующая глядения на поверхности: | | | |
| | | | 1) находящиеся близко от глаз работающего (не далее 1,5 m.); | | | |
| | | | 2) на движущиеся поверхности, если скорость движения не менее 0,3 m в секунду и если они ближе 6 m от работающего. | | | |
| 9 | | а | Рабочие поверхности, как в п. 1-а. . . . . | 30 | 20 | |
| | | б и в | Рабочие поверхности, как в пп. 1-б и 1-в. . . . . | 20 | 15 | |

| №№ по пор. | Разряд. | Подразряд. | Характеристика выполняемых работ, освещаемых рабочих поверхностей и помещений. | Наименьшая освещенность; люксы. | Временно допускаемая наименьшая освещенн.; люксы. | Особые указания. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | IV | | Прочие работы, не требующие рассматривания близко лежащих поверхностей (если эти поверхности далее 1,5 m.). . . . . | 15 | 15 | |
| 11 | V | | Опасные и вместе с тем доступные для прикосновения части обрабатываемых предметов, производственных машин и т. д. (как-то: резцы, сверла, лезвия ножниц, пуансоны, вальцы, зубчатые колеса, электрические токоподводящие части и т. п.): | | | |
| | | а | Размеры менее 5×5 cm.²; также условные знаки и объявления, предупреждающие об опасностях; | 75 | 35 | |
| | | б | Размеры более 5×5 cm.². | 45 | 25 | |
| | | | Помещения. | | | |
| 12 | VI | | Уборные, умывальни, души и ванные. | | | |
| | | | а) На полу (в горизонтальной плоскости). . . . . | 50 | 25 | |
| | | | б) На стенах (в вертикальной плоскости) на протяжении по высоте 1, 5 m. от пола. . . . . | 15 | 8 | |
| 13 | VII | | Раздевальни. | | | |
| | | | а) На полу, на скамейках, на столах (в горизонтальной плоскости). . . . . | 25 | 10 | |
| | | | б) На стенах, на шкафах и вешалках (в вертикальной плоскости) по высоте 1,5 m от пола. | 10 | 5 | |

| №№ по пор. | Разряд. | Подразряд. | Характеристика выполняемых работ, освещаемых рабочих поверхностей и помещений. | Наименьшая освещенность; люксы. | Временно допускаемая наименьшая освещенн.; люксы. | Особые указания. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | VIII | | Проходы в помещениях для работ (между станками, верстаками, столами и т. д.) | | | |
| | | | а) На полу (в горизонтальной плоскости). . . . . | 10 | 10 | |
| | | | б) На ограничивающих проходы стенах, вертикальных поверхностях станков, столов и т. д. (в отвесных плоскостях) на протяжении по высоте 2 m от пола . . . . . | 4 | 4 | |
| 15 | IX | | Проходные помещения, входы и выходы, лестницы, лестничные площадки и иные помещения внутри строений для временного пребывания или прохождения людей. | | | |
| | | | а) На полу (в горизонтальной плоскости) . . . . . | 8 | 8 | |
| 16 | X | | б) На стенах (в вертикальной плоскости) на протяжении по высоте 1,5 m от пола. . . . | 3 | 3 | |
| | | | Дворы, проезды, проходы и дороги снаружи здания в местах, где не исключена возможность пребывания или передвижения людей. | | | |
| | | | а) На земле и на полу (в горизонтальной плоскости) . . . . | 2 | 2 | |

Примечание 1. Поверхности предметов, на которые по условиям производимой работы, глаз должен смотреть названы рабочими.

Примечание 2. Если работа состоит в общем надзоре за ходом той или иной производственной машины, под рабочими поверхностями понимаются те части обрабатываемых предметов или производственных машин, постоянный или прерывистый надзор за которыми наиболее существенен и наиболее часто имеет место.

Примечание 3. Если рабочие поверхности оказываются трудно выделимыми или неопределенными (когда, напр., производственные процессы совершаются внутри машины) и работа сводится к надзору за общим ходом машины (как-то: дежурство у паровой машины, паровой турбины, бучильных чанов и т. д.)—не менее половины видимых для глаз работающего (при обычных рабочих его положениях) поверхностей машины, аппарата и т. п. должна иметь освещенность, соответствующую разряду III или IV.

Примечание 4. К разрядам VIII, IX, X. Если по проходам имеются места, требующие осторожности или осмотрительности со стороны проходящих (напр., ремонт полов, скользкие, наклонные или узкие ступени лестниц и т. д.), то освещенность таких мест должна быть удвоена, по сравнению с соответственными имеющимися в расписании числами.

Общее примечание 5 (к § 2). Если в помещении наблюдаются туман, пыль, копоть, дым и т. д., то указанные выше численные значения освещенности должны быть удвоены.

Общее и местное освещение.

§ 3. В тех случаях, когда для усиления освещения на рабочей поверхности применяются отдельные источники света, близко расположенные к рабочему месту (создающие, так называемое, местное освещение), должны применяться также и источники света (создающие, так называемое, общее освещение), которые освещают пространство, окружающее данное рабочее место, с площадью пола не менее 1,5 m вправо и влево от работающего и 2 m впереди.

Освещенность, получающаяся от источников света общего освещения должна равняться:

а) на рабочих поверхностях — не менее 25% наименьшей освещенности последних, получающейся от совместного действия общего и местного освещения.

Примечание 1. Требование п. а становится необязательным, если общее освещение создает освещенность более 100 люксов.

б) на уровне 1 m от пола (в горизонтальной плоскости), по указанной выше площади около работающего—не менее 25% численных значений освещенности § 2-го для соответственных работ, но не меньше 10 люксов.

в) на половине и более отвесных поверхностей (на стенах, станинах машин и т. д.), находящихся ближе, чем 3 m перед работающим, а равно справа и слева от него—не менее 5 люксов в вертикальной плоскости) по высоте на протяжении 2,5 m от пола.

Равномерность освещения.

§ 4. а) Освещение рабочих поверхностей для каждого отдельного рабочего места (как-то: наборной кассы, верстака, стола и т. п.) должно быть равномерным на столько, чтобы неравномерность на протяжении 0,75 m. оказывалась не ниже значений, данных в следующей таблице.

**Допускаемая неравномерность.**

(Отношение наименьшей освещенности к наибольшей).

| Наименьшая освещенность рабочего места имеется на поверхностях. \ Наибольшая освещенность рабочего места имеется на поверхностях. | Темных цветов. | Светловатых и серых цветов. | Светлых цветов. |
|---|---|---|---|
| Темных цветов (коэфф. отражения менее 20%) . . . | 0,3 | 0,5 | 0,6 |
| Светловатых и светлосерых цветов (коэфф. отражения от 20 до 50%). . . . . | 0,2 | 0,3 | 0,5 |
| Светлых цветов (коэфф. отражения более 50%) . . . . | 0,1 | 0,2 | 0,3 |

Примечание 1 (к п. а). Для случаев освещения рабочих поверхностей соответствующих примечаниям 1 и 2 к § 2, требования настоящего § 4—а не обязательны.

б) В помещениях разряда с VI по IX § 2-го неравномерность освещения на протяжении 5-ти и менее метров должна быть не ниже 0,2.

в) На открытых пространствах — разряд X § 2 — неравномерность освещения на протяжении 10-ти и менее метров должна быть не ниже 0,1.

Примечание 2. Требования настоящего параграфа § 4 становятся не обязательными, если наименьшая освещенность в два раза превышает предписанную §-ом 2-ым для разрядов с I по V и в 3 раза—с VI по X.

Тени.

§ 5. На рабочие поверхности (разрядов с I по V § 2-го) не должны падать тени от работающего или от посторонних предметов.

Примечание 1. Если по условиям данной работы тени необходимы, то освещенность в тени должна быть не менее 0,2 освещенности соседних незатененных рабочих поверхностей.

Примечание 2. Если тени, по местным условиям не устранимы и если они создаются неподвижными предметами, то получающаяся при этом неравномерность в освещении должна удовлетворять условиям § 4—а.

Примечание 3. Если неустранимые по местным условиям тени являются движущимися (напр., в случае, когда они создаются самими работающими), то освещенность в тени должна быть не менее 0,6 освещенности в том же месте без тени.

Примечание 4. Правила примечаний 1, 2 и 3 § 5-го становятся не обязательными, если освещенность в тени более 100 люксов для работ разряда I и II § 2-го и более 30 люксов для прочих разрядов.

§ 6. В проходах рабочих помещений (между станками, столами и т. п.), в проходных помещениях, на лестницах и лестничных площадках, входах и выходах и прочих помещениях разряда с VI по IX § 2-го неподвижные тени на полу и на ограничивающих проходы стенах, станках и проч., а также тени от людей или от иных движущихся предметов должны иметь освещенность не менее 0,3 освещенности соседних незатененных мест.

Примечание 1: Правила § 6 становятся не обязательными, если освещенность в тенях более 25 люксов.

Примечание 2. Указанная выше допустимая степень ослабления освещенности в движущихся тенях действительна для случаев однократной тени, т.-е. такой, которая не перекрывается другой тенью.

Примечание 3. Освещенность в движущихся на полу и на стенах тенях, если последние короче 0,8 m не ограничивается.

§ 7. На дворах, дорогах, проходах и т. д. снаружи зданий (разр. X § 3) освещенность в неподвижных тенях, а также в тенях от людей или иных движущихся предметов, должна быть не менее 0,12 соседних незатененных мест.

Примечание 1. Правила § 7 становятся необязательными, если освещенность в тенях выше 2 люксов.

Примечание 2. Указанная выше допустимая степень ослабления освещенности в движущихся тенях действительна для случаев однократной тени, т.-е. такой, которая не перекрывается другой тенью.

Примечание 3. Освещенность в движущихся тенях, если они короче 1,0 m не ограничивается.

Постоянство освещенности.

§ 8. а) Сила источников света во все время их действия не должна меняться заметно для глаз.

б) Источники света должны быть неподвижны.

Примечание 1. Применение ручных переносных ламп или перемещение ламп местного освещения допускается лишь в случаях необычных работ: ремонт, неисправность машин и т. д.

Освещение безопасности.

§ 9. а) Проходы из рабочих помещений наружу (также лестницы, выходы и т. д.), которые обслуживают более 50 рабочих и служащих в двухэтажных зданиях и более 100 в одноэтажных, должны освещаться особыми источниками света, питаемыми независимо от основных источников света.

Эти источники света должны гореть во все время действия основных источников света, создающих освещенность требуемую § 2 (разр. с VI по IX). Освещенность, получаемая от освещения безопасности по линии проходов, должна быть не менее 0,5 люкса внутри здания и не менее 0,2 снаружи.

б) Выходные двери должны отмечаться лампами зеленого цвета, питаемыми также независимо от основных источников света.

Примечание 1. Особо опасные производства [1]) должны иметь освещение безопасности, питаемое отдельными независимыми источниками энергии.

Устранение блескости.

§ 10. а) Высота подвеса, а также резмещение источников света и свойства их колпаков и проч. принадлежностей должны быть выбраны в соответствии со способом прикрытия или заслонения светящегося тела (как-то электрической нити накаливания, углей дуговых ламп, калильной сетки и т. п. твердого тела накаливания, светящегося пламени) в направлениях к местам проходов, согласно нижеследующим требованиям.

Примечание 1. В тех низких помещениях, где требования п. 1 и п. 2 не могут быть выполнены, источники света подвешиваются под самым потолком; светящееся тело в них заслоняется густой светорассеивающей оболочкой для лучей зрения под углом 90° и ниже над горизонтом.

Примечание 2. Лестницы должны быть так освещены, чтобы не было видно светящихся частей ламп и колпаков для лучей зрения под углом 14° и ниже над горизонтом (для поднимающегося или спускающегося с лестницы).

б) Источники света должны быть так расположены, чтобы от блестящих, зеркальных, полированных и т. п. рабочих поверхностей не было отраженной блескости в направлении к работающему.

---

[1]) Перечень их опубликовывается особо.

## Высота подвеса источников света.

| №№ по пор. | Способы прикрытия и заслонения светящегося тела. | Высота подвеса, метры. | | |
|---|---|---|---|---|
| | | В помещ., где производятся работы разр. I и II (§ 2). | В прочих помещениях | Снаружи зданий. |
| 1 | Светящееся тело, а также все части источников света и их принадлежностей (т. е ламп. колпаков), либо вовсе не видны, либо их яркость не превосходит яркости рабочих поверхностей для лучей зрения под углами: | | | |
| | а) 64° и менее над горизонтом; | Не ограничивается | | |
| | б) 10° и менее над горизонтом; | (см. п. п. 2) | | 4,5 и выше |
| 2 | Светящееся тело вовсе не видно или заслонено густой светорассеивающей оболочкой [1]) для лучей зрения под углами: | | | |
| | а) 64° и менее над горизонтом; | 3,2 и выше | 2,8 и выше | 3,5 и выше |
| | б) 45° и менее над горизонтом; | 3,7 и выше | 3,3 и выше | 3,5 и выше |
| | в) 27° и менее над горизонтом; | 4,3 и выше | 3,8 и выше | 3,5 и выше |
| | г) 14° и менее над горизонтом, при условии, что для лучей зрения под углами от 14° до 64° над горизонтом светящееся тело также заслонено рассеивающей свет оболочкой, хотя бы и менее густой [2]). | 3,7 и выше | 3,3 и выше | 4 и выше |

---

[1]) Напр., из густого молочного стекла, сквозь которое нить не просвечивает, так что вся оболочка кажется одинаково светящейся.

[2]) Напр., из матового стекла или из негустого молочного, сквозь которое светящееся тело хотя несколько и просвечивает, но кажется расплывчатым и мутным.

Призматическое (ребристое), пузырчатое и прессованное стекло не считается удовлетворяющим требованиям п. 2.

## Пояснительная записка

## к „Правилам искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и других рабочих и служебных помещений". [1])

Цель Правил.

Настоящие Правила имеют в виду дать перечень требований к искусственному освещению, выполнение которых необходимо для обеспечения удовлетворительного его действия в отношенни безопасности труда на фабриках, заводах, мастерских и проч. промышленных заведениях, а равно в конторах, канцеляриях и т. п. учреждениях.

Существенное освещение.

На протяжении 1925 г. было произведено обследование освещения на ряде крупных фабрик Ленинграда [2]). Обследование установило следующее:

1) Искусственное освещение, как общее правило, оказывается неудовлетворительным.

2) Недостаточность освещения и его неправильность часто очевидна как для заинтересованных рабочих, так и для администрации.

3) Промышленные предприятия, будучи часто осведомлены о пользе и преимуществах правильного освещения, часто охотно идут на улучшение осветительных установок. Однако они не осведомлены о тех требованиях, которым должно удовлетворять освещение.

Значение правильного освещения. Как это установлено за границей и доказано также у нас в СССР, неправильное освещение имеет нижеследующие неблагоприятные следствия: 1) оно увеличивает число несчастных случаев, 2) отягчает последствия несчастных случаев, вызванных иными причинами, 3) ухудшает зрение, 4) вызывает подавленное настроение работающего и

---

[1]) Проект Правил и пояснительная записка к нему разработаны и составлены членом Комиссии по Осветительной Технике ЦЭС'а—инж. П. М. Тиходеевым. Правила эти рассмотрены сначала в особой подкомиссии под председательством проф. Д. А. Куприянова в составе: инж. Л. Г. Гефеля, инж. К. И. Несмачного, инж. В. В. Новикова, инж. П. М. Тиходеева и проф. Н. А. Шевалева. Затем проект Правил был рассмотрен и утвержден в пленуме Комиссии.

[2]) Исследование было произведено членом Комиссии по Осветительной Технике ЦЭС'а, П. М. Тиходеевым совместно с Технической Инспекцией Лен. Отдела Труда (См. «Электричество», № 3, 1926 г., стр. 136).

5) понижает работоспособность. Хорошо выполненное освещение имеет такие благоприятные следствия:

1. Уменьшение числа несчастных случаев.
2. Облегчение последствий несчастных случаев.
3. Сохранение зрения.
4. Бодрое настроение работающих.
5. Увеличение производительности труда.
6. Ослабление наростания утомления.
7. Улучшение качества изделий.
8. Уменьшение брака.
9. Содействие чистоте и опрятности в помещении.

Осветительное законодательство за границей.

Отмеченное выше значение освещения в равной мере сознавалось, сравнительно, давно. Фабричное законодательство некоторых стран еще 2-3 десятка лет тому назад требовало от заводских предприятий достаточного освещения. Однако, в соответствии с не столь высоким уровнем осветительной техники того времени подобные законодательные требования оказывались весьма несовершенными и почти не давали осязательных результатов.

Начиная с 1911 г. в разных штатах Северной Америки издаются более совершенные законы. В настоящее время в 10 наиболее промышленных штатах Соединенных Штатов Америки действуют более или менее удовлетворительные законы, которые фактически проводятся в жизнь благодаря систематической работе инспекторов труда.

В 1912 и 1913 г. вопрос об обязательном осветительном законодательстве ставился на очередь во Франции и Англии.

Во Франции дело не получило какого-либо завершения. В Англии законодательная работа задержалась войной. После же войны работа возобновилась, однако, закончилась не изданием закона, а формулировкой некоторых требований к освещению, которые лишь рекомендуются к применению особой комиссией при министерстве внутренних дел [1]).

В Германии Осветительным Техническим Обществом сначала в 1921 г., а затем в 1924 г. приняты «Правила для освещения фабрик и других промышленных рабочих помещений». «Но эти

---

[1]) См. «Электричество» № 4, 1923 г. стр. 196.

правила являются лишь рекомендуемыми, а не принудительно-обязательными [1]). В Италии 1924 г. на съезде Итальянского Общества инженеров-электриков был предложен осветительный кодекс.

Таким образом, следует отметить, что лишь в Соединенных Штатах Америки существуют обязательные законы для заводского освещения. В немногих странах имеются правила для заводского освещения, рекомендуемые техническими обществами или учреждениями. Во многих странах нет ни того ни другого.

Довольно трудно в точности сказать, какими причинами объясняется недостаточное развитие осветительного законодательства за границей. Наиболее вероятно то, что во многих странах, кроме СССР, законодательство, касающееся улучшений обстановки фабрично-заводского труда, встречает противодействие со стороны промышленников, в особенности, если дело касается увеличения расходов по охране труда. Весьма возможно, что именно так и обстоит дело с осветительным законодательством за границей.

Работы Международной Комиссии по Освещению.

В области промышленного освещения необходимо отметить работы Международной Осветительной Комиссии. На конгрессе названной комиссии, имевшем место в Женеве в 1924 г., был заслушан [2]) особый доклад по заводскому освещению, который затем был принят как основа для правил, постановлений и рекомендаций, относящихся к освещению промышленных предприятий. При этом было решено предпринять шаги в целях привлечь внимание различных стран (помощью циркулярных писем) на необходимость как с точки зрения гигиены, так и с точки зрения безопасности, принятия правил, постановлений и рекомендаций, относящихся к освещению промышленных предприятий.

Названный доклад содержит три правила. Первое устанавливает наименьшее значение освещенности для различных помещений и работ. Второе—указывает на необходимость устранения блескости, вредных теней и резких контрастов. Наконец, третье—относится к освещению выходов и освещению безопасности. Первые два правила даны в двух редакциях. Одна соответствует американским нормам, а другая—английским правилам.

---

[1]) См. «Т. Э. В.», № 1, 1925 г., стр. 43.

[2]) См. Recueil des travaux et compte-rendu des séances de la Commission Internationale de l'Eclairage. Cambridge. 1926 г.

Краткая история вопроса о заводском освещении в СССР.

Еще в первом издании Кодекса Законов о Труде РСФСР имеется требование о «равномерном» и «рассеянном» освещении. Такое требование однако, нуждалось в достаточном развитии.

В 1922 г. Комиссия по Осветительной Технике ЦЭС'а возбудила вопрос о желательности разработки правил для заводского освещения. Проект таких правил был разработан, при чем последние были составлены как рекомендуемые [1]). В то время, однако, положение промышленности, производящей электрические лампы и колпаки для них, а также и многих электрических станций было таково, что значительное улучшение осветительных устройств для большинства производственных предприятий оказывалось затруднительным или невозможным. Поэтому становилось неизбежным повременить с проведением правил в жизнь.

В 1924 г. на I-м Всесоюзном Съезде по Профессиональной Гигиене и Технике Безопасности особо рассматривался вопрос о заводском освещении [2]). В резолюциях Съезда говорится: «Съезд особо отмечает следующие, выявившиеся в результате заслушанных съездом многочисленных докладов и прений по ним, основные проблемы в области профессиональной гигиены и техники безопасности:

а) вопросы рационального освещения рабочих помещений [3])...

В 1925 г. в Комиссии по Осветительной Технике ЦЭС'а с участием представителей Технической Инспекции Ленинградского Отдела Труда проект правил вновь был подвергнут рассмотрению, при чем новый проект был несколько перередактирован, по сравнению с прежним, в соответствии с некоторыми новыми научными данными. Рассмотрение проекта было закончено в 1926 г.

Практическая осуществимость Правил.

Причинами, побудившими вновь поставить на очередь вопрос о Правилах, послужили следующие обстоятельства.

С одной стороны технически такие улучшения вполне осуществимы. В самом деле, заводы электрических ламп СССР в полной мере могут

---

[1]) См. „Электричество", № 7—8. 1923 г., стр. 372.

[2]) По докладам проф. М. А. Шателен и инж. Тиходеева. См. Труды Съезда, Москва, 1926 г., стр. 427 и 434.

[3]) Далее перечисляются другие вопросы. См. Труды Съезда, стр. 485.

поставлять электрические лампы всех нужных размеров. Заводы, изготовляющие колпаки для электрических ламп, начали выпускать на рынок такие колпаки, которые позволяют осуществлять правильное освещение. Наконец, развитие строительства электрических станций ныне находится в такой стадии, которая обеспечивает подачу заводам электрической энергии в нужном количестве. Таким образом, правильное устройство искусственного электрического освещения не встретит препятствий. Что же касается искусственного освещения не электрического, то, как показывает практика, оно встречается лишь в очень редких случаях, и, вообще говоря, может быть заменено электрическим, как более экономичным и целесообразным.

С другой стороны, экономическое состояние промышленности СССР таково, что она вполне может итти на некоторые затраты по улучшению осветительных установок. Перед этими затратами останавливаться, конечно, не приходится. Прежде всего, этого требует безопасность трудящихся. Вместе с тем, затраты не велики. Первоначальные затраты по устройству правильного освещения составляют, в среднем, не более 10—15 рублей на одного рабочего и в редких случаях доходят до 20 рублей. Годовые же расходы на содержание такого освещения, приблизительно, того же порядка. Обыкновенно, существующее освещение не рационально выполнено и экономически невыгодно. Поэтому, содержание переустроенного освещения, в общем лишь на немного удорожится, по сравнению с расходами на прежнее нерациональное освещение.

При этом следует иметь ввиду, что, как показывает практика, затраты на правильное освещение быстро окупаются повышением производительности труда, уменьшением брака и улучшением качества изделий.

С 1925 г. на некоторых фабриках, главным образом, текстильных, уже начали устраивать более рациональное освещение. Выяснилось, что стоимость его составляет незначительную долю от заработной платы рабочих (часто 1% и менее) и не увеличивает стоимости изделий.

Содержание Правил.

Как обыкновенно бывает в различных технических правилах Правила для заводского освещения не имеют ввиду дать с теми или иными подробностями определенные указания, как именно технически выполняется правильное осветительное устройство.

Напротив, предоставляется, сравнительно, большой простор для различных решений вопросов в этой области. Этим путем вовсе устраняются какие-бы то ни было препятствия для возможных прогресса и усовершенствований в части осветительных установок. Речь идет лишь о том, чтобы в корне устранить все ошибки, которые весьма часто ныне имеют место в осветительных устройствах. Таким образом, Правила для освещения имеют ввиду, прежде всего, в точности предусмотреть, чего нельзя допускать в освещении.

Хотя в небольшой части Правила и имеют кое-что общее с теми или иными иностранными правилами, однако в общем, содержание их значительно разнится. Целый ряд особенностей условий в СССР, которые были выявлены при упоминавшемся выше обследовании существующего заводского освещения, заставляют устанавливать самостоятельные Правила, применимые в обстановке СССР.

Главнейшие недостатки иностранных правил, в том числе и принятых Международной Осветительной Комиссией, таковы:

1. Все указания их расплывчаты, неопределенны и, что неблагоприятнее всего, допускают неодинаковое толкование.

2. Нормы освещенности не делают существенного различия для работ со светлыми или темными обрабатываемыми предметами.

3. Отсутствуют надлежащие указания для равномерности освещения и для освещенности в тенях. Между тем, эти вопросы весьма существенны с точки зрения безопасности труда.

4. Указания для устранения блескости в американских нормах сложны и частью противоречат новым научным исследованиям. В нормах других стран указания для устранения блескости явно недостаточны и необеспечивают надлежащей защиты глаз работающего.

5. Иностранные нормы настолько не полны, что следование им отнюдь не спасает под-час от очень грубых и опасных ошибок в осветительных устройствах. Поэтому они в значительной мере не достигают основной своей цели: обезопасить труд.

В отличие от изложенного, настоящие Правила составлены с возможной полнотой и определенностью. Конечно, целый ряд технических разъяснений в основной текст не могли быть включены. Поэтому составлено особое приложение. Оно содержит наиболее необходимые технические указания и советы, относящиеся к правильному устройству освещения.

Нормы освещенности являются одной из самых важных частей содержания Правил. Наблюдения и научные исследования показывают, что наиболее благоприятное значение освещенности для большинства производственных работ лежит в пределах 300 — 1 500 люксов. Такой величины достигает естественное освещение в хорошо освещенных зданиях. Достижение тех же величин при искусственном освещении иногда затруднительно и связано часто со значительными затратами. Имея в виду то важное обстоятельство, что глаза, правда, с некоторым напряжением, могут приспособляться и к более низкому уровню освещенности, Правила предусматривают не то, что наиболее благоприятствует работе, а лишь то, что является наименьшим допустимым для нее пределом без вреда для глаз. Таким образом, следует советовать применять на практике освещенность значительно бо́льшую, чем то указано в Правилах. Наряду с наименьшей освещенностью в Правилах имеется временно допускаемая наименьшая освещенность. Последняя является тем крайним пределом, который является низшей границей опасного освещения. Численные значения временно допускаемой освещенности, приблизительно, такие же, какие имеются в нормах американских, английских, германских, итальянских, а также и принятых Международной Осветительной Комиссией. Эта временно допускаемая освещенность может быть терпима лишь на протяжении нескольких ближайших лет, когда для многих предприятий осуществление полных норм может оказаться практически не осуществимым, вследствие недостатка электрической энергии, отсутствия надлежащих осветительных колпаков и т. д.

Общее и местное освещение, равномерность их и тени. Установить нормы для одной освещенности совершенно недостаточно. Правильное освещение требует еще: 1) определенного соотношения между общим и местным освещением, 2) равномерного изменения освещенности от одного места к другому соседнему и 3) достаточного освещения в тенях. Все те соответственные численные значения, которые указаны в Правилах, установлены на основании особых практических опытов.

Постоянство освещенности весьма важно, т. к. мигания света, в особенности частые, действуют раздражающе и утомительно на глаза.

К сожалению, нет объективной возможности определять надлежащее постоянство освещенности. Поэтому в Правилах пришлось ограничиться лишь субъективной оценкой, которая, впрочем, вполне достаточна и не может на практике вызвать каких-либо затруднений.

Освещение безопасности. Необходимо считаться с тем обстоятельством, что в случае внезапного погасания освещения, в особенности при совпадении этого обстоятельства с каким-либо опасным происшествием: взрывом, пожаром и т. п., может возникнуть паника. Последняя может повлечь быстрое скопление работающих в проходах и опасную давку. Поэтому очень важно в тех рабочих помещениях, где находится значительное число работающих, иметь отдельное освещение, названное освещением безопасности.

Обычно, устройство его не вызывает затруднений. Оно питается отдельной цепью электрических проводов, которые присоединены к подстанции, электрической станции или даже ко вводу (от городской сети), не будучи затем связаны с сетью основного освещения. Лишь для особо опасных производств предусматривается питание сети освещения безопасности от источника энергии, который независим от такового, питающего основное освещение. Независимым источником энергии может быть аккумуляторная батарея или городская сеть, при наличии собственной станции, питающей основное освещение, и т. д. Возможно также применение керосиновых или других ламп, где это разрешается правилами пожарной безопасности.

Устранение блесткости весьма важно для защиты глаз от ослепления и вредного напряжения. Меры, предлагаемые в этом отношении Правилами, сводятся к следующему. Лампы снабжаются теми или иными колпаками, напр., из молочного или матового стекла или также из непрозрачного материала, который более или менее глубоко прикрывает лампы. Высота подвеса источников света выбирается, в зависимости от того, как видно в них накаливаемое тело (нить, калильная сетка, светящееся пламя и т. д.) с места работы или проходов:

1) прикрыто ли оно снизу колпаком из такого густого молочного стекла, сквозь которое нить не видна, а весь колпак кажется одинаково по всей поверхности светящимся;

2) прикрыто ли оно снизу колпаком из матового стекла, сквозь который светящееся тело кажется расплывчатым и мутным;

3) или, наконец, накаливаемое тело снизу открыто, а сверху прикрыто колпаком непрозрачным или из густого молочного стекла, так что накаливаемое тело в лампе не видно для лучей зрения, составляющих определенный угол с горизонтом: 14°, или 27°, или 45° или 64° и ниже над горизонтом. При этом, чем более угол прикрытия, тем ниже может быть подвешен источник света.

Вышеуказанные способы устранения, или, вернее говоря, ослабления блесткости основаны на опытных данных.

Защита глаз, непредусматриваемая Правилами.

Следует иметь в виду, что в задачи Правил не входит защита глаз от действия тепловых ультрафиолетовых и сильных световых лучей в особых случаях производственных работ, как-то: при обслуживании топок, печей при сварочных работах, горячей обработке металлов и т. д. Необходимые в этом отношении Правила имеют быть изданными по ведомству НКТ.

## ДОБАВЛЕНИЕ К ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКЕ.

В Правилах рабочие поверхности различаются по своему коэффициенту отражения. Этот коэффициент легко измеряется с помощью того же прибора, которым измеряется освещенность, т.-е. люксметра. Нижеследующая таблица содержит несколько примеров поверхностей, с разбивкой в зависимости от коэффициента отражения.

Рабочие поверхности.

| Темных цветов: коэфф. отражения их менее 20%. | Светловатых и свело-серых цветов: коэфф. отражения от 20% до 50%. | Светлых цветов: коэфф. отражения более 50%. |
|---|---|---|
| Все поверхности цветов: черного, синего, темно-коричневого, темно-зеленого, темно-фиолетового. | Поверхности цветов: красного, зеленого, голубого. | Поверхности цветов: белого светло-желтого, светло-голубого. |
| Металлы: необработанные или окисленные поверхности чугуна, железа, стали, свинца, потемневшей латуни и меди. | Металлы: чистые поверхности железа, стали, латуни, меди, алюминия, олова, свинца, матовая никкелировка. | Металлы: травленный алюминий, матовое серебрение, полированная никкелировка, полированное серебрение. |
| Дерево: темный дуб и бук. | Дерево: чистые поверхности большинства древесных пород (береза, сосна, ель, клен, ольха, груша и т. д.). | Дерево: белый бук. Ткани:—все суровые ткани. Бумага: белая писчая. |

Нижеследующая таблица содержит некоторые примеры работ с разбивкой по разрядам и подразрядам.

| Разряд. | Подразряд. | Примеры работ. | Наименьшая освещенность; люксы. | Временно допускаемая наименьшая освещенность; люксы. |
|---|---|---|---|---|
| I. | а) | Мелкое гравирование. Тканье тканей темных цветов. Прядение темно-окрашенной пряжи. Точная обработка черных металлов (железа, чугуна) на станках и в тисках. Черчение . . . . . | 100 | 50 |
| | б) | Мелкая и точная обработка на станках и вручную латуни. Браковка изделий светловатых цветов. Шитье на швейной машине или от руки светлых тканей. Пробор в ткацком деле. Конторско-канцелярская работа . . . . . | 75 | 25 |
| | в) | Прядение суровой пряжи тонких номеров. Чтение печатного или написанного чернилами текста. Наблюдение за показаниями термометра, также стрелочных приборов (манометров, электр. измерительных приборов и т. д.). . . . . | 50 | 25 |
| II. | а) | Обработка крупных предметов в тисках. Сборка машин. Прядение шерсти темных цветов . . . . . | 60 | 30 |
| | б) | Давильные и штамповочные работы из цветных металлов. Столярные работы. Изготовление конфект вручную. Хлебопекарные работы . . . . . | 45 | 25 |
| | в) | Прядение суровой пряжи на банкоброшах. Окраска изделий в белую краску . . . . . | 30 | 20 |
| III. | а) | Закладка табака в резальные машины. Работы на шоколадно-делательных машинах. Крахмальные барабаны. Калландры . . . . . | 30 | 30 |
| | б) и в) | Завертка конфект. Укладка папирос. Работа на чесальных машинах. Упаковки и склады . . . . . | 20 | 15 |
| VI. | | Обслуживание топок. Надзор за общим ходом машин . . . . . | 15 | 15 |

Цена — 35 коп.

Для членов Съезда—бесплатно.

Типография „Коминтерн“ Центриздата народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37776. Тираж 1.700 экз. 1½ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила и нормы освещения лечебных заведений *).

### Общие соображения.

В настоящее время, после целого ряда наблюдений и опытов, произведенных в Америке, Германии и т. д., положительное влияние рационального освещения является вполне доказанным и неоспоримым. Эти наблюдения и опыты также доказали и экономическую выгодность хорошего освещения и тем самым явились основанием, повлекшим за собой разработку правил и норм освещения и менее неблагоприятное отношение к ним иностранных промышленных кругов.

За границей бо́льшая часть исследований над влиянием освещения была направлена, главным образом, к выяснению экономической стороны вопроса, к выяснению тех материальных выгод, которые могут быть получены при рациональном освещении. Влияние же освещения на здоровье и безопасность рабочих, в большинстве случаев рассматривалось лишь с точки зрения уменьшения расходов по выплате страхований за несчастные случаи при уменьшении числа их, в связи с улучшением освещения.

Комиссия по Осветительной Технике при Ленинградском Отделении ЦЭС'а, учитывая в настоящее время действительную возможность устройства и распространения рационального освещения, разработала и разрабатывает ряд правил и норм освещения помещений различного назначения, положив в основу и все, что должно способствовать, прежде всего, сохранению здоровья и жизни трудящихся, конечно, в то же время не пренебрегая и условиями, необходимыми для достижения экономической выгодности того или иного предприятия.

Следствием преобладания у нас подобных взглядов явилась разработка правил и норм освещения не только фабрик и заводов,

*) Направлены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для дальнейшего согласования.

но и школ, лечебных заведений, домов призрения, детских домов, общественных мест, казарм и т. д.

Лечебные заведения СССР, отличаясь подбором медицинских сил, техническим оборудованием многочисленных лечебных кабинетов, лечением и уходом за больными, не всегда являются достаточно благополучными в отношении освещения, которое, правда, пока и не могло еще быть достаточно совершенным, как из-за отсутствия специальной арматуры, так и из-за отсутствия правил и норм освещения лечебных заведений, выполнение которых могло бы способствовать созданию хорошего освещения.

Сейчас, когда на создание хорошего освещения обращено очень серьезное внимание, когда появилась достаточно хорошая арматура, позволяющая удовлетворить необходимым строгим правилам освещения лечебных заведений, разработка таких правил является вполне своевременной, целесообразной и облегчающей устройство, приемку и эксплоатацию рационального освещения.

До настоящего времени специальных правил и норм освещения лечебных заведений не было нигде и лишь в некоторых иностранных правилах и нормах можно было найти рекомендуемые нормы освещенностей для некоторых помещений лечебных заведений. Однако, лечебные заведения, по характеру производимых в них работ, а также по психологическим соображениям, не могут быть приравнены в отношении освещения к помещениям для обычных работ и требуют более жестких правил и норм освещения. Так при разработке правил и норм освещения в помещениях наиболее ответственной работы—в операционных, перевязочных, амбулаториях и т. п., в вопросах влияния освещенности на производительность приходится итти очень далеко, так как по условиям операционной работы, производительность в них должна быть всегда максимальной, следовательно, и освещение не должно останавливаться на полпути, т. е. на той степени, которая могла бы дать возможность работать только как нибудь. Поэтому освещение в подобных помещениях должно создавать наиболее благоприятные условия для работ, зависящих от остроты зрения, быстроты зрительного восприятия и наименьшей утомляемости глаза. Кроме того, в работах подобного рода необходимо учитывать и психологическое влияние хорошего освещения, как на оперирующего, так и на оперируемого, настроение которых будет более бодрым,

спокойным и уверенным в том, что при хорошем освещении исключается малейшая, хотя бы даже и косвенная, задержка в операции и процессах, связанных с ней. В подобных процессах хорошее освещение также способствует уничтожению излишней суетливости, нервности и напряженности.

В других помещениях лечебных заведений, отнесенных в нижеприведенном проекте правил и норм к разряду главных, достаточное и хорошее освещение, правильно выполненное, в частности, в палате является важным не столько возможностью содействовать увеличению производительности труда, но своим психологическим влиянием, т. к. мягкое, достаточное освещение всегда способствует подъему духа больных, а устранение блескости и сильных теней устраняет лишний повод к раздражению больных, в большинстве случаев и без того с расшатанными нервами. Поэтому выполнение нижеприведенных правил и норм освещения в лечебных заведениях будет способствовать созданию достаточной освещенности во всех помещениях и на рабочих местах и будет исключать возможность вредного действия блескости, теней, контрастов и непосредственного действия тепла, излучаемого источниками света; хорошее освещение поможет созданию уверенности в полном отсутствии каких либо препятствий и задержки из-за недостаточного или неправильного освещения и будет косвенно способствовать поддержанию чистоты в помещениях.

Избежание крайне неприятного, а подчас и критического положения при внезапном прекращении нормального искусственного освещения предусматривается в правилах требованием наличия освещения безопасности, которое, в объеме, указываемом правилами, вызывает сравнительно незначительные добавочные расходы на освещение, но дает уверенность, что при прекращении нормального освещения лечебное заведение не останется в полной темноте.

Правила и нормы освещения лечебных заведений захватывают отчасти также и область естественного дневного освещения, которое является также очень важным в главных помещениях лечебных заведений. Однако, за отсутствием в настоящее время точных выводов, касающихся естественного освещения, формулировать точно и просто требования, которые должны быть предъявлены к естественному освещению, является затруднительным, т. к. значения освещенностей от естественного освещения на различных

местах помещения в различное время дня бывают очень различны, а кроме того, в оценке и восприятия их приходится учитывать оттенки освещения, а также психические явления, связанные со всем этим, конечно не поддающехся численному учету. На основании этих соображений правила и нормы предусматривают лишь определенные ограничения, исключающие возможность какого либо вредного действия естественного освещения.

## I.

§ 1. Нижеприведенные правила должны соблюдаться при естественном и искусственном освещении лечебных заведений: больниц, госпиталей, диспансеров и т. п., а также всех вспомогательных помещений при них.

§ 2. Освещенность. В продолжение части дня, предназначенной для профессиональных работ обслуживающего персонала и для бодрствования больных и определяемой распорядком лечебного заведения при искусственном освещении, освещенность в помещениях и на рабочих поверхностях (операционные столы, кровати больных, рабочие столы и проч.) не должна быть меньше указанной в таблице I.

Примечание 1. Под общим освещением понимают освещение в помещении во всех точках его на горизонтальной поверхности на высоте 0,8 m. Под местным освещением понимают освещение отдельных рабочих мест.

Примечание 2. Значения освещенностей, указанные в таблице I для главных помещений, не являются обязательными для главных помещений лечебных заведений, где по условиям лечения необходимы особые нормы (например, в глазных лечебных заведениях).

Примечание 3. В палатах должна быть предусмотрена возможность пользования переносными лампами для создания местного освещения на отдельных местах. Рекомендуемая величина освещенности в таком случае не должна быть меньше 60 люксов и допускаемая—меньше 30 люксов.

§ 3. Равномерность освещения. Освещение на рабочих поверхностях в помещениях должно быть настолько равномерным, чтобы отношение наименьшей освещенности к наибольшей не было меньше величин, указанных в таблице II.

ТАБЛИЦА I.

| Наименование помещений. | Наименьшая освещенность в люксах. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Рекомендуемая. | | Допускаемая. | |
| | Общее освещение. | Местное освещение. | Общее освещение. | Местное освещение. |
| Главные помещения: | | | | |
| 1) Операционные . . . . . | 100 | 1 200 | 50 | 600 |
| 2) Амбулатории и приемные покои . | 100 | 600 | 50 | 300 |
| 3) Перевязочные . . . . . | 100 | 600 | 50 | 300 |
| 4) Лечебные кабинеты . . . . . | 60 | — | 40 | — |
| 5) Палаты . . . . . | 30 | — | 15 | — |
| Вспомогательные помещения: | | | | |
| 1) Лаборатории . . . . . | 100 | 600 | 50 | 300 |
| 2) Аптеки . . . . . | 100 | — | 50 | — |
| 3) Анатомические кабинеты . . . . | 60 | 600 | 30 | 300 |
| 4) Ванные, прачешные . . . . . | 30 | — | 20 | — |
| 5) Кухни . . . . . | 80 | — | 50 | — |
| 6) Уборные (на полу) . . . . . | 30 | — | 20 | — |
| 7) Коридоры, лестницы, вестибюли, проходы, подъезды (на полу) . . | 20 | — | 10 | — |
| 8) Регистратура . . . . . | 60 | — | 30 | — |
| 9) Покойницкие . . . . . | 20 | — | 10 | — |

ТАБЛИЦА II.

| Общее освещение. Величина освещенностей в люксах. | Равномерность (отношение наименьшей освещенности к наибольшей). |
|---|---|
| Выше 50 . . . . . | 0,3 |
| Ниже 50 . . . . . | 0,5 |
| Местное освещение: При всех освещенностях . . . . . | 0,6 |

§ 4. Тени.

а) Всякие тени на операционных столах или местах медицинского осмотра должны быть таковы, чтобы освещенность в тени была не меньше 0,6 освещенности в том же месте без тени;

б) тени на остальных рабочих местах могут быть допущены такими, чтобы при них было удовлетворено требование § 3.

в) В коридорах, проходах, лестницах, лестничных площадках тени от людей или от других движущихся предметов должны иметь освещенность не меньшую половины освещенности в том же месте без тени.

§ 5. Устранение блескости.

А. Естественное освещение.

а) Солнечные лучи не должны падать прямо или отражаясь от какой либо зеркальной поверхности в глаза больных, медицинского и обслуживающего персонала.

б) Солнечные лучи не должны падать прямо на операционные столы.

В. Искусственное освещение.

а) В главных помещениях при всякой высоте подвеса источников света общего освещения, источники света должны заключаться в колпаки, которые исключали бы возможность видеть сквозь них светящуюся часть источников света.

б) В вспомогательных помещениях высота подвеса, а также размещение источников света и свойства их колпаков и прочих принадлежностей должны быть выбраны в соответствии со способом прикрытия или заслонения светящегося тела (как-то: электрической нити накаливания, углей дуговых ламп, калильной сетки и т. д.) в направлениях к местам работы или проходов, согласно нижеследующим требованиям.

Примечание 1. В тех низких помещениях, где требования п. 1 и п. 2 не могут быть выполнены, источники света подвешиваются под потолком; светящееся тело в них заслоняется густой светорассеивающей оболочкой для лучей зрения под углом 90° и ниже над горизонтом.

Примечание 2. Лестницы должны быть так освещены, чтобы не было видно светящихся частей ламп и колпаков для лучей зрения под углом 14° и ниже над горизонтом (для поднимающегося или спускающегося с лестницы).

| №№ по пор. | Способы прикрытия и заслонения светящегося тела. | Высота подвеса m. |
|---|---|---|
| 1. | Светящееся тело, а также все части источников света и их принадлежностей (т.-е. ламп и колпаков) либо вовсе не видны, либо их яркость не превосходит яркости рабочих поверхностей для лучей зрения под углами: | |
| | а) 64° и менее над горизонтом . . | Не ограничивается. см. п. 2. |
| | б) 10° и менее над горизонтом. . . | |
| 2. | Светящееся тело вовсе не видно или заслонено густой светорассеивающей оболочкой [1]) для лучей зрения под углами: | |
| | а) 64° и менее над горизонтом . . | 2,8 и выше. |
| | б) 45° „ „ „ „ . . | 3,3 и выше. |
| | в) 27° „ „ „ „ . . | 3,8 и выше. |
| | г) 14° „ „ „ „ . . | 3,3 и выше. |
| | При условии, что для лучей зрения под углами от 14° до 64° над горизонтом светящееся тело также заслонено рассеивающей свет оболочкой хотя бы и менее густой [2]). | |

§ 6 Освещение безопасности. Все главные помещения, а также коридоры, лестницы, лестничные площадки, проходы, входы должны иметь запасное освещение, питаемое от независимого источника энергии или, в крайнем случае, питаемого от проводов, идущих от главного щита при вводе в здание.

Источники света освещения безопасности в помещениях, должны зажигаться с момента зажигания основных источников света и гореть до наступления нормальной естественной освещенности.

В операционных, кроме наличия освещения безопасности, должна быть предусмотрена возможность простого и быстрого переключе-

---

[1]) Напр., из густого молочного стекла, сквозь которое нить не просвечивает так, что вся оболочка кажется одинаково светящейся.

[2]) Напр., из матового стекла или не из густого молочного, сквозь которое светящееся тело хотя несколько и просвечивает, но кажется расплывчатым.

Призматическое (ребристое), пузырчатое и прессованное стекло не считается удовлетворяющим требованиям п. 2.

ния всех источников нормального освещения на сеть освещения безопасности.

Освещенность, создаваемая освещением безопасности, должна быть не меньше 0,3 люкса.

II.

§ 7. Уход за осветительной установкой. Все части установки естественного и искусственного освещения должны поддерживаться в надлежащей чистоте, подвергаясь регулярной промывке и чистке, а также смене электрических ламп накаливания, прогоревших нормальный срок.

§ 8. Распределительное устройство. Выключатели и переключатели различного назначения должны устанавливаться в каждом помещении при входе в него. В случае большого числа входов и выходов выключатели должны устанавливаться при главном входе.

§ 9. Окраска. В главных помещениях следует применять для стен матовую окраску мягких, светловатых тонов, как-то: желтовато-зеленоватую, желтоватую, светло-серую, белую и другие с коэффициентом отражения не меньше 40%; для потолков— белую, светло-желтую и другие с коэффициентом отражения не меньше 60%.

## Пояснения к правилам освещения лечебных заведений.

I.

**К § 1.**—Выполнение «Правил освещения лечебных заведений», относящихся к освещению всех помещений различных лечебных заведений, должно обеспечить достижение всех выгод, которые приносят хорошее освещение, как в отношении улучшения условий для работы, так и в гигиеническом отношении.

В Правилах освещения лечебных заведений предусматривается разделение всех помещений в отношении освещения на главные и вспомогательные. К главным помещениям отнесены операционные, амбулатории, приемные покои, перевязочные, лечебные кабинеты и палаты, т.-е. все те помещения, в которых, принимая во внимание специфические условия работы, освещение должно способствовать улучшению условий для работ, в сильной степени зависящих от остроты зрения и быстроты зрительного восприятия,

а также исключать причины, вызывающие излишнюю нервность, ненормально быстрое утомление глаз и какие либо даже малейшие задержки в процессе работ. К главным помещениям отнесены также и палаты, где освещение должно быть особенно мягким, равномерным и совершенно исключающим блескость, всегда действующую раздражающе на больных.

К вспомогательным помещениям отнесены все остальные помещения для работ, а также коридоры, проходы, лестницы, входы, уборные и т. п., то есть все те помещения, освещение которых не требует каких либо особых соображений, кроме соображений, обуславливающих нормальную производительность труда и гигиеничность *).

**К § 2.**—В § 2 приводятся наименьшие значения освещенностей искусственного освещения, при чем дается два ряда значений освещенности: рекомендуемые и допускаемые. При рекомендуемых значениях освещенности обеспечивается повышенная производительность, уверенность и спокойствие в работе, а также исключается ненормально быстрое утомление глаз. Рекомендуемые значения, однако, не являются максимальными значениями освещенностей, дальнейшее увеличение которых могло бы вызвать отрицательные явления; наоборот, дальнейшее увеличение освещенности скажется еще более благоприятно и не принесет никакого вреда при условии правильного выполнения осветительной установки.

Допускаемые значения освещенности являются пределом, ниже которого они никогда не должны опускаться, так как в последнем случае освещение может послужить причиной возникновения нежелательных явлений: понижения остроты зрения, более быстрой утомляемости, большей нервности и напряженности и т. д.

Два значения освещенности для палат объясняются тем, что в палатах допускаемая освещенность есть наименьший предел гигиенического освещения, рекомендуемая же освещенность обуславливает создание наиболее благоприятных условий существования больных и возможности без утомления и связанного с ним раздражения заниматься чтением книг, газет или заниматься рукоделием.

Примечание 1 к § 2 подчеркивает, что при общем освещении в помещении освещенность на любой точке горизонтальной

*) См. Правила искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и других рабочих и служебных помещений.

поверхности на высоте 0,8 m не должна быть ниже указанной в таблице 1 этого же параграфа, т.-е. освещенность на поверхности обыкновенного стола, поставленного в любом месте помещения, не должна быть ниже значений, указанных в таблице 1. В палатах, указанная освещенность должна быть на высоте изголовья кроватей.

Примечание 2 к § 2 исключает необходимость удовлетворения нормам освещенностей таблицы 1 в главных помещениях таких лечебных заведений, где, по условиям лечения, должны применяться нормы освещенности значительно пониженные (например, в глазных лечебных заведениях).

Примечание 3 к § 2 предусматривает необходимость иметь в некоторых случаях в палатах местное освещение для отдельных рабочих поверхностей (кровати или столики больных), которое может быть получаемо при помощи переносных ламп.

**К § 3.**—Равномерность освещения определяется, как отношение освещенностей наименьшей в помещении к наибольшей в том же помещении. Требуемая § 3 равномерность освещения предусматривает устранение резких контрастов и связанных с ними быстротой утомляемости и понижения быстроты зрительного восприятия. Указанная равномерность в условиях оборудования больничных помещений (их размеров, окраски и расположения окон) может быть достигнута без всяких затруднений при применении рациональной арматуры и правильном расположении ее в помещении.

Равномерность освещения при местном освещении, допускаемом в некоторых главных помещениях, определяется в пределах каждого рабочего места очень небольшой площади (например, на части операционного стола, на месте перевязки, на месте осмотра повреждений, в среднем на поверхности в 0,25 $m^2$).

**К § 4.**—Учитывая вредное действие теней, правила освещения своими требованиями имеют цель уменьшить вред, создаваемый ими.

п. а предусматривает предел понижения освещенности в наиболее ответственных местах главных помещений вследствие влияния теней.

При правильном расположении источников света и рациональной арматуре всякое вредное действие теней может быть понижено без всяких затруднений еще значительней.

п. б и в предусматривают также пределы понижения освещенностей от действия теней во всех остальных помещениях.

**К § 5.**—п. А. Естественное освещение имеет очень большое значение в работе и жизни в лечебных заведениях. В то же время по условиям переменности естественного освещения, как в различные часы дня, так и в одни и те же часы разных дней года, а также в связи с психологической стороной оценки естественного освещения, в настоящее время не представляется возможным формулировать требования, предъявляемые к естественному освещению, в простой и удобной форме. Поэтому § 5 вносит только ряд ограничений, выполнение которых будет способствовать устранению возможного вредного действия естественного освещения.

п. В. Выполнение условий п. Б гарантирует устранение вредной для работ и раздражающей больных блескости от неправильно выбранной арматуры (светильников) и неправильного их размещения в помещении, и тем самым в Правилах косвенно дается указание о выборе системы освещения в том или ином помещении лечебного заведения.

**К § 6.**—Учитывая крайне неприятное,а иногда даже критическое положение, создающееся при внезапном перерыве освещения, правила требуют устройства особого, не связанного с нормальным освещением, освещения безопасности. При электрическом освещении наиболее надежным освещением безопасности будет освещение от отдельной аккумуляторной батареи.

Требование непрерывного функционирования освещения безопасности от наступления сумерок до наступления достаточной естественной освещенности, предусмотренное в помещениях лечебных заведений, должно исключать даже малейшие задержки в их жизни и работе.

Требуемая освещенность освещения безопасности по своей величине совершенно исключает какой-либо вред или раздражение больных.

II.

**К § 7.**—Учитывая значительное понижение освещенности при отсутствии регулярного поддержания чистоты всех частей осветительной установки и своевременной смене электрических ламп накаливания, требование § 7 является напоминанием о необходимости заботиться о чистоте ламп, арматуры, окон, стен, потолков и т. п., а также о своевременной смене ламп, прогоревших свой нормальный срок.

**К § 8.**—Требование § 8 дает общее указание о расположении выключателей для облегчения и упрощения обслуживания освещения.

**К § 9.**—Указания § 9 являются рекомендуемыми для улучшения использования осветительной установки, а также для устранения неприятного действия и быстрого утомления глаз при возможной очень большой яркости внутренних поверхностей помещения.

---

**Цена — 15 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37.937. Тираж 1.700 экз. 3/4 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Нормы и правила испытания для русских электрических ламп накаливания с вольфрамовой нитью [1]).

**Пустотные лампы, с прямой вольфрамовой нитью** — **Газополные лампы**

### I. Общее.

§ 1.

Настоящие нормы и правила относятся к нормальным, предназначенным для параллельного включения, электрическим лампам накаливания, пустотным с прямой вольфрамовой нитью и газополным со спиральной вольфрамовой нитью, изготовляемым заводами СССР.

§ 2.

Электрическими и световыми единицами, упоминаемымы в настоящих «Нормах и правилах», считаются единицы, установленные техническими правилами по применению положения о мерах и весах, утвержденного ЦИК СНК СССР 6/IV — 24 г. (Известия ЦИК и СТО СССР за/1924 г. № 6, ст. 202 и «Электричество» 1925 г. № 7, стр. 438).

### II. Основные названия и определения.

§ 3.

*Силой света* лампы называется выраженная в свечах средняя сила света, испускаемая по всем направлениям в пространстве (т. е. средняя сферическая).

---

[1]) Одобрены XXII Сессией Пленума ПЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

**Пустотные лампы, с прямой вольфрамовой нитью** **Газополные лампы**

§ 4.

а) *Световой отдачей* лампы называется отношение светового потока, испускаемого лампой, к потребляемой ею электрической мощности. Световая отдача выражается в люменах на 1 W.

б) *Номинальной световой отдачей* называется выраженная в люменах на 1 W световая отдача лампы при номинальном напряжении с допусками, установленными в

§ 25, столбцы 15, 16 и 17. § 26, столбцы 15, 16 и 17.

§ 5.

*Номинальным напряжением лампы* называется обозначенное на лампе и выраженное в вольтах напряжение, при котором лампа предназначается к работе.

§ 6.

*Номинальной мощностью лампы* называется обозначенная на лампе и выраженная в ваттах электрическая мощность, потребляемая лампой при номинальном напряжении с допусками, установленными в

§ 25, столбцы 3, 4 и 5 § 26, столбцы 3, 4 и 5

§ 7.

*Номинальной силой света* лампы называется выраженная в свечах сила света, испускаемая лампой при номинальном напряжении с допусками, установленными в

§ 25, столбцы 6, 7 и 8 § 26, столбцы 6, 7 и 8

§ 8.

*Номинальным световым потоком* лампы называется выраженный в люменах световой поток, испускаемый лампой при номинальном напряжении с допусками, установленными в

§ 25, столбцы 9, 10 и 11 § 26, столбцы 9, 10 и 11

§ 9.

*Сроком службы* лампы называется выраженная в часах средняя продолжительность горения ламп данной группы. Сроком службы определяется, как сумма числа часов горения всех ламп данной группы, деленная на число ламп в ней.

*Продолжительность горения* каждой лампы исчисляется до того момента, пока световой поток (или сила света) ее не убавится для газополных на 25%, для пустотных — на 20% по сравнению номинальным, или пока лампа не перегорит, не потеряв для газополных 25%, для пустотных — 20% светового потока (или силы света).

Примечание. Если перегоревшая (оборвавшаяся) нить сама, без внешних воздействий, сварится, то продолжительность горения исчисляется до момента первого перегорания (обрыва нити).

## III. Физические и механические свойства ламп.

§ 10.

*Колба.* Стекло колб должно быть прозрачным, бесцветным и свободным от камней, трещин, резко заметных свилей, пузырей и пятен. Размеры колб должны соответствовать нормам, данным в

§ 23 § 24

§ 11.

*Цоколь.* Размеры и формы цоколя должны соответствовать нормам Всесоюзных Электротехнических Съездов. Нарезная оболочка и контактная пластинка должны быть изготовлены из латуни и не иметь на поверхности окислов, складок и заусенцев.

Цоколь должен быть жестко прикреплен к колбе помощью негигроскопической мастики, безусловно невоспламеняющейся и неизменяющей своей формы и электропроводности с температурой в условиях нормальной службы лампы.

Прикрепление цоколя к колбе считается достаточным, если не произойдет отделение его от колбы в случае приложения к цоколю (нормально нагретому) скручивающего момента, нарастающего постепенно до максимума в 0,3 kg. m.

| Пустотные лампы, с прямой вольфрамовой нитью | Газополные лампы |
|---|---|

Ось цоколя должна совпадать с осью колбы.

Углубления для припайки вводных проводников должны быть вполне залиты припоем, поверхность которого не должна выступать над поверхностью контактной пластинки более, чем на

| | |
|---|---|
| 0,5 mm | 1,0 mm |

§ 12.

*Нить.* Нить в холодном состоянии должна быть свободной от заметных невооруженным глазом неоднородностей в цвете и поверхности на протяжении всей своей длины.

При накаливании под половинным от номинального напряжением нить должна иметь одинаковый равномерный накал, исключая места укрепления нити, и не иметь выделяющихся световых пятен.

§ 13.

*Разрежение.* Лампы как свеже изготовленные, так и лежавшие на складе не менее 1 000 часов, при включении их на номинальное напряжение не должны давать свечения газа (синевы) внутри колбы, за исключением возможной вспышки.

§ 14.

*Клеймение.* На лампах (колбе или цоколе) обозначается номинальное напряжение, номинальная мощность, год и месяц изготовления и фабричное клеймо.

**Пустотные лампы, с прямой вольфрамовой нитью** **Газополные лампы**

## IV. Отбор ламп для осмотра и испытания.

§ 15.

*Осмотр.* Любое количество ламп из подлежащей сдаче партии может быть отобрано для выяснения удовлетворительности их физических и механических свойств (см. §§ 10 — 14 и §§ 23 — 24) и опробования под током при напряжении, близком к номинальному.

1) Если осмотру для установления механических и физических свойств ламп подвергается вся партия целиком, то лампы, не удовлетворяющие условиям, указанным в §§ 10—14 и 23—24 настоящих «норм и правил», исключают из партии, не бракуя всей партии.

2) Если же осмотру подвергаются отдельно взятые пробы из каждой партии одинаковых напряжений и мощности, то число осматриваемых ламп должно быть не менее 12% общего количества от всей партии, и во всяком случае не менее 10 штук. — Если число неудовлетворительных ламп из отобранного для осмотра количества ламп превышает 20% этого числа, то производится новое такое же повторное испытание. Если при повторном испытании число неудовлетворительных ламп превысит 10% от отобранного количества, то вся партия считается неудовлетворяющей настоящим нормам.

Если испытание производится не на заводе, изготовившем лампы, то норма 20% повышается до 25% и норма повторного испытания до 15%.

§ 16.

*Отбор ламп для определения начальной потребляемой мощности световой отдачи и светового потока.* От каждой сдаваемой партии ламп одинаковых номинальных напряжений и мощности отбирается по соглашению поставщика с приемщиком от 1 до 5%, но не менее 10 ламп для определения:

а) потребляемой мощности;
б) световой отдачи или удельного потребления мощности,
в) светового потока или силы света.

а) потребляемой мощности;
б) световой отдачи или удельного потребления мощности;
в) светового потока или силы света.

**Пустотные лампы. с прямой вольфрамовой нитью**

Если более чем 20% из пробной группы не удовлетворяют нормам, данным в §§ 25 и 26, то из этой же партии берется вторая пробная группа, и, если более 10% ламп из последней не удовлетворяют нормам §§ 25 и 26, то вся партия одинаковых номинальных напряжений и мощности считается не отвечающей нормам.

Отклонение от номинальной мощности световой отдачи или удельного потребления мощности светового потока или силы света в начале горения ламп при номинальном напряжении не должны превосходить пределов, данных в таблицах § 25, столбцы 4, 5; 7, 8; 10, 11; 13, 14; 16, 17.

**Газополные лампы**

Отклонение от номинальной мощности световой отдачи или удельного потребления мощности светового потока или силы света в начале горения ламп при номинальном напряжении не должны превосходить пределов, данных в таблицах § 26, столбцы 4, 5; 7, 8; 10, 11; 13, 14; 16, 17.

§ 17.

*Отбор ламп для испытания на срок службы.* Из данной партии одинаковых номинальных напряжений и мощности отбирается для производства испытания на срок службы, по соглашению поставщика с приемщиком, от 0,5% до 2%, но не менее 10 ламп.

Испытание производится согласно указаниям §§ 18 — 22.

Если лампы не удовлетворяют нормам, данным в таблицах

§ 25, столбец 19 и 20 § 26, столбец 19 и 20.

и к пункту «г» § 21, то вся партия считается неотвечающей нормам.

## V. Испытание ламп.

§ 18.

*Род тока.* Все световые и электрические измерения ламп производятся при постоянном токе.

Испытания срока службы могут производиться и при переменном токе с частотой от 40 до 55 периодов в секунду.

**Пустотные лампы, с прямой вольфрамовой нитью** **Газополные лампы**

§ 19.

*Напряжение.* При испытаниях ламп на потребляемую мощность, световую отдачу, удельное погребление мощности, световой поток и силу свега, напряжение у цоколя лампы поддерживается постоянным (в пределах $\pm$ 0,2%) и равным номинальному для данных ламп напряжению.

§ 20.

*Точность измерений.* Электрические измерения должны производиться с точностью до $\pm$ 0,25% для силы тока и напряжения и $\pm$ 0,5% для мощности.

Световые измерения должны производиться с точностью до $\pm$2,5%.

§ 21.

**Испытание ламп на срок службы.**

а) Во время испытания лампы должны гореть в вертикальном положении, цоколем вверх.

б) Напряжение поддерживается равным номинальному, причем временные колебания не должны превышать $\pm$ 2%.

в) У ламп, подвергающихся испытанию на срок службы, производится измерение мощности, светового потока или силы света и световой отдачи или удельного потребления мощности через каждые 200 часов, пока нить не перегорит или сила света не убавится, на

20% 25%

по сравнению с номинальной, но не более

800 часов 850 часов.

г) Партия ламп считается выдержавшей испытание на срок службы, если при соблюдении прочих условий не менее

75% 85%

ламп, поставленных на испытание, прогорели

800 часов 850 часов.

д) При испытании на срок службы не принимаются во внимание те лампы, у которых продолжительность горения сократилась вследствие случайных причин, как-то: внешних механических сотрясений, включения на несоответствующее напряжение и пр.

§ 22.

*Испытание сопротивления изоляции* между контактами цоколя производится при оборванной нити. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 MΩ

## VI. Нормы для ламп.

### § 23. Размеры колб для пустотных ламп с вольфрамовой нитью.

| №№ по порядку | Номинальное напряжение ламп; | Номинальная мощность; | Форма колбы. | Наибольшая длина лампы; [1]) | Наибольший диаметр колбы; | Тип цоколя. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | V | W | | mm | mm | |
| 1 | 110 и 120 | 15 | Грушеобразн. | 120 | 60 | Нормальный Эдисоновский |
| 2 | | 25 | " | 120 | 60 | " |
| 3 | | 50 | " | 150 | 70 | " |
| 4 | 220 | 20 | Грушеобразн. | 140 | 65 | " |
| 5 | | 30 | " | 150 | 70 | " |
| 6 | | 50 | " | 150 | 70 | " |

### § 24. Размеры колб для газополных ламп.

| №№ по порядку | Номинальное напряжение лампы; | Номинальная мощность; | Наибольшая длина лампы; | Наибольший диаметр колбы; | Высота светящегося центра [2]) | Допускаемое отклонение высоты светящегося центра | Тип цоколя. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | V | W | mm | mm | mm | mm | |
| 1 | 110 и 120 | 50 | 145 | 70 | 110 | ± 5 | Нормальный Эдисоновский |
| 2 | 220 | 60 | 165 | 80 | 125 | ± 5 | " |
| 3 | | 75 | 165 | 80 | 125 | ± 5 | " |
| 4 | | 100 | 180 | 90 | 135 | ± 5 | " |
| 5 | | 150 | 200 | 100 | 150 | ± 5 | " |
| 6 | 110,120 | 200 | 200 | 100 | 150 | ± 5 | " |
| 7 | и | 300 | 240 | 120 | 180 | ± 8 | Норм. Эдисон. или Голиаф |
| 8 | 220 | 500 | 310 | 150 | 235 | ± 8 | Голиаф |
| 9 | | 750 | 310 | 150 | 235 | ± 8 | " |
| 10 | | 1 000 | 330 | 170 | 250 | ± 8 | " |

[1]) От контактной пластинки до конца носика или до купола колбы для ламп, не имеющих носика.

[2]) Расстояние от контактной пластинки до плоскости спирали.

## § 25. Нормы для пустотных ламп с прямой вольфрамовой нитью.

| №№ по порядку | Номинальное напряжение ламп | Мощность | | | Сила света | | | Световой поток | | | Удельное потребление мощности | | | Световая отдача | | | Срок службы | Сила света в конце срока службы | Световой поток в конце срока службы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Номинальная | Допускаемое отклонение мощности: Наименьшее | Допускаемое отклонение мощности: Наибольшее | Номинальная | Допускаемое отклонение силы света: Наименьшее | Допускаемое отклонение силы света: Наибольшее | Номинальный | Допускаемое отклонение светового потока: Наименьшее | Допускаемое отклонение светового потока: Наибольшее | Номинальное | Допускаемое отклонение удельного потребления мощности: Наименьшее | Допускаемое отклонение удельного потребления мощности: Наибольшее | Номинальная | Допускаемое отклонение световой отдачи: Наименьшее | Допускаемое отклонение световой отдачи: Наибольшее | Часы | Свечи | Люмены |
| | V | W | | | Свечи | | | Люмены | | | Ватты на 1 свечу | | | Люмены на 1 W | | | Часы | Свечи | Люмены |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | 110 и 120 | 15 | 12,75 | 17,25 | 8,60 | 7,75 | 9,45 | 108 | 97 | 119 | 1,75 | 1,66 | 1,84 | 7,18 | 6,82 | 7,54 | 850 | 6,9 | 86 |
| 2 | | 25 | 21,20 | 28,80 | 17,30 | 15,60 | 19,00 | 217 | 196 | 238 | 1,45 | 1,38 | 1,52 | 8,65 | 8,20 | 9,10 | » | 13,8 | 174 |
| 3 | | 50 | 42,50 | 57,50 | 35,70 | 32,10 | 39,20 | 447 | 403 | 492 | 1,40 | 1,33 | 1,47 | 8,97 | 8,52 | 9,42 | » | 28,5 | 358 |
| 4 | 220 | 20 | 17,0 | 23,0 | 11,10 | 10,00 | 12,20 | 139 | 125 | 153 | 1,80 | 1,71 | 1,89 | 6,97 | 6,62 | 7,32 | » | 8,9 | 111 |
| 5 | | 30 | 25,5 | 34,5 | 18,80 | 16,90 | 20,70 | 236 | 212 | 260 | 1,60 | 1,52 | 1,68 | 7,85 | 7,45 | 8,25 | » | 15,0 | 189 |
| 6 | | 50 | 42,5 | 57,5 | 34,50 | 31,00 | 38,00 | 433 | 390 | 475 | 1,45 | 1,38 | 1,52 | 8,65 | 8,20 | 9,10 | » | 27,6 | 346 |

## § 25. Нормы для газополных ламп.



| №№ по порядку. | Номинальное напряжение лами. | Мощность. | | | Сила света. | | | Световой поток. | | | Удельное потребление мощности. | | | Световая отдача. | | | Срок службы. | Сила света в конце срока службы. | Световой поток в конце срока службы. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Номинальная. | Допускаемое отклонение мощности. | | Номинальная. | Допускаемое отклонение силы света. | | Номинальный. | Допускаемое отклонение светового потока. | | Номинальное. | Допускаемое отклонение удельн. потребл. мощности. | | Номинальная. | Допускаемое отклонение в световой отдаче. | | | | |
| | | | Наименьшее. | Наибольшее. | | Наименьшее. | Наибольшее. | | Наименьшее. | Наибольшее. | | Наименьшее. | Наибольшее. | | Наименьшее. | Наибольшее. | | | |
| | V | W | | | Свечи. | | | Люмены. | | | Ватты на 1 свечу. | | | Люмены на 1 W | | | Часы. | Свечи. | Люмены. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | | 50 | 43 | 57 | 38,5 | 34 | 43 | 484 | 425 | 542 | 1,30 | 1,14 | 1,46 | 9,66 | 8,50 | 10,82 | 800 | 28,8 | 363 |
| 2 | | 75 | 65 | 85 | 68 | 60 | 76 | 855 | 752 | 958 | 1,10 | 0,97 | 1,23 | 11,41 | 10,04 | 12,78 | 800 | 51 | 640 |
| 3 | | 100 | 86 | 114 | 100 | 88 | 112 | 1 256 | 1 105 | 1 410 | 1,00 | 0,88 | 1,12 | 12,56 | 12,05 | 14,07 | 800 | 75 | 940 |
| 4 | 110 | 150 | 129 | 171 | 167 | 147 | 187 | 2 100 | 1 850 | 2 350 | 0,90 | 0,79 | 1,01 | 13,96 | 12,28 | 15,64 | 800 | 125 | 1 580 |
| 5 | и | 200 | 172 | 228 | 235 | 207 | 263 | 2 950 | 2 600 | 3 320 | 0,85 | 0,75 | 0,95 | 14,78 | 13,01 | 16,55 | 800 | 176 | 2 220 |
| 6 | 120 | 300 | 264 | 336 | 375 | 338 | 413 | 4 710 | 4 250 | 5 200 | 0,80 | 0,70 | 0,90 | 15,70 | 13,82 | 17,58 | 800 | 281 | 3 530 |
| 7 | | 500 | 440 | 560 | 685 | 615 | 750 | 8 600 | 7 740 | 9 450 | 0,73 | 0,64 | 0,82 | 17,20 | 15,20 | 19,30 | 800 | 515 | 6 450 |
| 8 | | 750 | 660 | 840 | 1 070 | 963 | 1 180 | 13 450 | 12 100 | 14 800 | 0,70 | 0,62 | 0,78 | 17,94 | 15,79 | 20,09 | 800 | 800 | 10 090 |
| 9 | | 1 000 | 880 | 1 120 | 1 540 | 1 386 | 1 694 | 19 350 | 17 400 | 21 290 | 0,65 | 0,57 | 0,73 | 19,32 | 17,01 | 21,64 | 800 | 1 155 | 14 500 |
| 10 | | 60 | 51 | 69 | 37,5 | 33 | 42 | 472 | 415 | 529 | 1,60 | 1,41 | 1,79 | 7,85 | 6,91 | 8,79 | 800 | 28 | 354 |
| 11 | | 75 | 65 | 85 | 53,5 | 47 | 60 | 670 | 590 | 750 | 1,40 | 1,23 | 1,57 | 8,95 | 7,77 | 10,00 | 800 | 40,5 | 503 |
| 12 | | 100 | 86 | 114 | 80 | 70 | 90 | 1 005 | 884 | 1 130 | 1,25 | 1,10 | 1,40 | 10,05 | 8,84 | 11,26 | 800 | 60 | 754 |
| 13 | | 150 | 129 | 171 | 136 | 120 | 152 | 1 710 | 1 505 | 1 915 | 1,10 | 0,97 | 1,23 | 11,41 | 10,04 | 12,78 | 800 | 102 | 1 280 |
| 14 | 220 | 200 | 172 | 228 | 200 | 176 | 224 | 2 510 | 2 210 | 2 810 | 1,00 | 0,88 | 1,12 | 12,56 | 11,05 | 14,07 | 800 | 150 | 1 880 |
| 15 | | 300 | 264 | 336 | 326 | 294 | 359 | 4 100 | 3 690 | 4 510 | 0,92 | 0,81 | 1,03 | 13,65 | 12,01 | 15,29 | 800 | 245 | 3 080 |
| 16 | | 500 | 440 | 560 | 602 | 542 | 662 | 7 560 | 6 804 | 8 320 | 0,83 | 0,73 | 0,93 | 15,13 | 13,31 | 16,95 | 800 | 452 | 5 670 |
| 17 | | 750 | 660 | 840 | 975 | 878 | 1 072 | 12 250 | 11 000 | 13 500 | 0,77 | 0,68 | 0,86 | 16,31 | 14,35 | 18,27 | 800 | 730 | 9 190 |
| 18 | | 1 000 | 880 | 1 120 | 1 450 | 1 287 | 1 573 | 18 000 | 16 200 | 19 800 | 0,70 | 0,62 | 0,78 | 17,94 | 15,79 | 20,09 | 800 | 1 070 | 13 500 |

**Цена—15 коп.**

**Для Членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн“ Центриздата Народов СССР. Красная 1.
Ленинградский Гублит № 38.859. Тираж 1.700. 3/4 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Технические условия на фарфоровые изоляторы для высоких напряжений.

### Введение.

Настоящие Т. У. на изоляторы имеют целью установление тех требований, которым должны удовлетворять высоковольтные фарфоровые изоляторы, предназначенные для работы на электрических установках напряжением в 3 000 V и выше, и методов испытаний, посредством коих надлежит устанавливать соответствие изоляторов этим требованиям.

Основаниями при установлении означенных требований и испытаний являются:

1) условие работы изоляторов на построенных и действующих электрических установках,

2) нормы и проекты норм для высоковольтных иоляторов, выработанные в других странах,

3) общие научно-технические соображения и указания, даваемые результатами производившихся испытаний и исследований.

Устанавливаемые требования относятся, таким образом, к некоторым средним нормальным условиям и могут быть дополнены или изменены, если изоляторы предназначаются для работы в особых условиях.

Если требования, предъявляемые к высоковольтным изоляторам, обычно относятся в равной мере ко всем типам их, то методы испытаний могут различаться в деталях, в зависимости от конструкции изоляторов. В приводимых ниже Т. У. предложены методы испытаний линейных изоляторов штыревого и подвесного типа и стационнных изоляторов опорного и проходного типов.

Если методы испытаний этих типов различны, то соответствующий параграф разделяется на части с индексами (ш), (п), (о) и (пр), указывающими, к какому типу относится заключаю-

щееся в данной части параграфа. Если в каком либо параграфе большая часть относится ко всем типам, и только часть является различной для разных типов, то, для краткости, разделение проведено только для различающихся частей параграфа, при чем различающиеся части снабжены соответствующими индексами (ш), (п) и т. д.

### Разделение технических условий.

Сообразно характеру испытаний, которым подвергаются изоляторы, Т. У. разделяются на две части.

В первой части нормировано испытание типа, имеющее целью выяснение качества данного типа изолятора.

Во второй части нормировано текущее производственное испытание, производимое над каждым изолятором во время фабрикации, с целью отделения доброкачественных изоляторов от имеющих какие-либо изъяны в материале или выполнении.

Приемочное испытание, которое производится с целью проверки соответствия целой партии изоляторов требованиям, предъявлямым к данному типу, является по существу испытанием типа, которому подвергаются отдельные изоляторы, взятые для пробы из большой партии. Разница между испытанием типа и приемочным испытанием может заключаться в том, что в первом производится оценка типа, тогда как во втором только удостоверяется пригодность партии изоляторов для работы на данной линии. Поэтому при приемочном испытании различные испытания могут не доводиться до разрушения изоляторов, и изолятор может лишь испытываться заранее предназначенным усилием.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

§ 1. Изолятор есть конструкция, служащая для электрической изоляции и механической связи частей электрического устройства, находящихся под различными потенциалами.

По конструкции изоляторы разделяются на простые и сложные, по назначению—на линейные и станционные.

Электроды изоляторов суть его подводящие части, имеющие металлическое соединение с теми частями электрического устройства, которые изолируются диэлектриком изолятора.

§ 2. Простой изолятор есть изолятор, не имеющий металлических частей, находящихся под иными потенциалами, нежели его электроды. К простым изоляторам относятся, например, большинство штыревых изоляторов (§ 7), элементы, т.-е. единичные изоляторы, образующие гирлянду, и т. д.

§ 3. Сложный изолятор есть изолятор, между электродами которого находятся металлические части, имеющие иной потенциал, нежели электроды. К сложным изоляторам относятся, например, все гирлянды (§ 9).

§ 4. Линейный изолятор есть изолятор, применяемый на воздушных линиях электропередачи.

С механической точки зрения линейные изоляторы разделяются на поддерживающие и натяжные.

§ 5. Натяжной линейный изолятор есть изолятор, имеющий назначение выдерживать продольное тяжение проводов (напр. на анкерных опорах, в концевых пунктах линии и т. п.).

§ 6. Поддерживающий линейный изолятор есть линейный изолятор, служащий для поддерживания провода (напр., на промежуточных опорах и т. п.).

§ 7. Штыревой изолятор есть изолятор, насаженный на конец штыря, неподвижно прикрепленного к опоре.

§ 8. Изолятор подвесного типа есть изолятор, прикрепленный к опоре посредством приспособления, допускающего вращение изолятора относительно точки прикрепления его к опоре.

§ 9. Гирлянда есть сложный линейный изолятор подвесного типа, составленный из элементов (единичных изоляторов), связанных между собой не жесткой связью.

§ 10. Сцепка есть приспособление, служащее для соединения элементов (единичных изоляторов) гирлянды между собой.

По конструкции сцепок элементы (единичные изоляторы) гирлянды бывают шарнирные и цепные.

§ 11а). Юбка есть выступающая коническая часть диэлектрика изолятора.

б) Шапка есть электрод простого изолятора, охватывающий часть его диэлектрика.

§ 12. Зажим есть приспособление, служащее для укрепления провода на изоляторе.

§ 13. Ушко или серьга есть приспособление, служащее для скрепления изолятора подвесного типа с несущей его частью опоры.

Примечание. Шапки, зажимы, ушки, штыри и другие металлические части, входящие в состав установленного на линии изолятора, носят общее название его «арматуры».

§ 14. Станционный изолятор есть изолятор, применяемый в машинах и аппаратах, а также в распределительных устройствах высокого напряжения, как-то: станции, подстанции, трансформаторные киоски, переключательные посты и т. п. Станционные изоляторы по своему применению разделяются на внутренние и наружные.

§ 15. Опорный изолятор есть станционный изолятор, применяемый для поддержания проводов, шин и других частей токоведущего устройства.

§ 16. Проходной изолятор есть станционный изолятор, применяемый для выведения токоведущего проводника из какого либо аппарата или проведения его через перегородку или перекрытие.

§ 17. Арматура станционного изолятора есть металлические и иные части, служащие для прикрепления изолятора к опоре и для прикрепления проводника к изолятору.

§ 18. Сборка изолятора есть выполнение соединения всех частей изолятора.

§ 19. Корона на изоляторе есть явление прохождения электричества через воздух, окружающий изолятор, характеризующееся нарушением электрической прочности воздуха только в местах наибольшей плотности электрического поля, наблюдаемое по заметному на глаз свечению в этих местах и сопровождающееся особым шумом.

§ 20. Разряд на изоляторе есть явление прохождения электричества через окружающий изолятор воздух, имеющее вид искры или дуги, соединяющей электроды изолятора.

§ 21. Пробой изолятора есть явление прохождения электричества через диэлектрик изолятора, вызывающее полную или частичную потерю изолирующей способности изолятора, не исчезающую по прекращении явления.

§ 22. Разрушение изолятора есть нарушение целости изолятора или механической связи между его частями, замечаемое как по изменению его вида, так и по изменению или исчезновению его изолирующих качеств.

Изолятор, подвергнутый при испытании какому-либо, могущему вызвать его разрушение, воздействию, считается выдержавшим это воздействие, если по его прекращении на нем нельзя обнаружить никаких признаков разрушения.

§ 23. Разрядное напряжение изолятора есть то наименьшее напряжение между его электродами, при котором на изоляторе появляется разряд, если барометрическое давление окружающего воздуха равно 76 cm, а температура + 25° C.

Примечание: Вычисление разрядного напряжения производится по формуле:

$$V_p = \frac{1}{\delta_1} V_{p1}$$

где:

$V_p$ — разрядное напряжение изолятора,

$V_{p1}$ — напряжение, при котором получается разряд при условиях опыта,

$$\delta_1 = \frac{3{,}92\ B_1}{273 + t_1},$$

где:

$B_1$ — барометрические давления в сантиметрах,

$t_1$ — температура в градусах Цельсия.

§ 24. Сухое разрядное напряжение есть разрядное напряжение изолятора с чистой и сухой поверхностью.

§ 25. Мокрое разрядное напряжение есть разрядное напряжение изолятора, находящегося в рабочем положении и подверженного воздействию равномерного косого (угол в 45° к горизонту) дождя, силой в 5 mm в минуту.

§ 26. Пробивное напряжение изолятора есть то наименьшее напряжение между его электродами, которое вызывает пробой изолятора.

§ 27. Электрические характеристики изолятора суть его сухое разрядное, мокрое разрядное и пробивное напряжения, выраженные в киловольтах.

Примечание. Электрические характеристики одного и того же названия могут быть различны в зависимости от частоты и формы кривой воздействующего напряжения.

§ 28. Коэффициенты запаса изолятора на данной установке суть отношения его разрядных напряжений к рабочему напряжению установки.

§ 29. Рабочим напряжением следует называть то наибольшее напряжение между проводами, которое имеет место при нормальных рабочих условиях установки.

§ 30. а) Сухое поверхностное расстояние изолятора есть кратчайшее расстояние между его электродами, измеренное по поверхности диэлектрика (GHKLMNP на рис. 1).

б) Мокрое поверхностное расстояние изолятора есть сумма кратчайших расстояний, измеренных между его электродами по тем поверхностям изолятора, которые остаются не смоченными дождем, падающим под углом в 45° к горизонту (HKR + + LMS + NP на рис. 1).

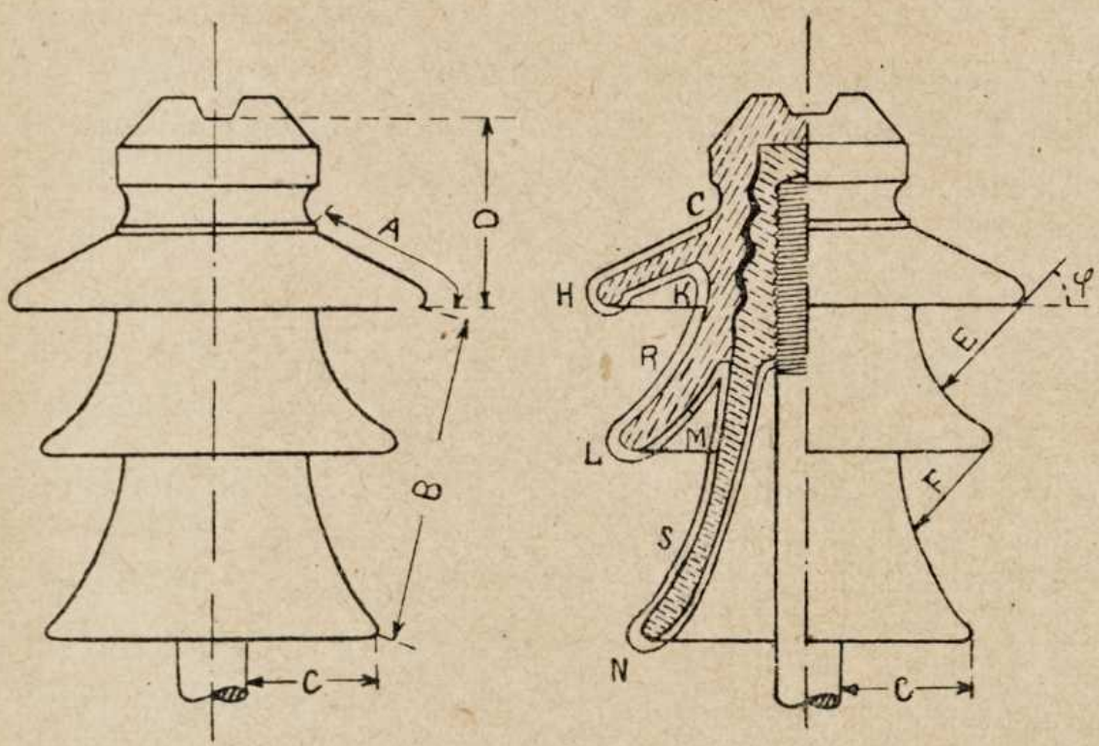



Рис. 1.

§ 31. а) Сухое разрядное расстояние изолятора есть кратчайшее расстояние между его электродами, измеренное по воздуху (A + B + C или D + B + C на рис. 1).

б) Мокрое разрядное расстояние изолятора есть сумма кратчайших расстояний, измеренных по воздуху от одного электрода до другого между поверхностями изолятора, смачиваемыми дождем, падающим под углом в 45° к горизонту, сложенная с кратчайшим расстоянием, измеренным по воздуху между краем нижней смачиваемой поверхности и нижним электродом (E + F + C на рис. 1).

§ 32. Пробивное расстояние изолятора есть наименьшее расстояние между его электродами.

§ 33. Гарантийная механическая нагрузка изолятора есть та нагрузка, которую изолятор должен выдерживать в течение 15 секунд без явных повреждений и после воздействия которой он должен выдерживать в течение 3 минут без пробоя испытание напряжением, при котором разряды следуют друг за другом через 5 — 10 секунд.

§ 34. Разрушающая механическая нагрузка изолятора есть та нагрузка на изолятор, при которой наступает механическое разрушение изолятора.

## Требования, предъявляемые к фарфоровым изоляторам для высокого напряжения.

### Электрические характеристики изолятора.

§ 35. Электрические характеристики изолятора, предназначенного для рабочего напряжения в $V_p$ kV должны быть не меньше значений, указанных в таблице I. (См. стр. 8).

### Механическая прочность изолятора.

§ 36. Для каждого типа линейных изоляторов заводом должна даваться его гарантийная и разрушающая нагрузка.

§ 37. Для станционных изоляторов гарантийная нагрузка должна быть не менее 150 kg, а разрушающая нагрузка—не менее 300 kg.

### Хрупкость.

§ 38. Изолятор должен выдерживать свободное падение с высоты, указанной в таблице III, на дубовую доску толщиной в 1 дюйм, положенную на твердое основание.

Примечание I. Штыревые и станционные изоляторы испытываются без арматуры. Подвесные изоляторы могут испытываться как с арматурой, так и без арматуры.

Примечание II. В случае сложных изоляторов требования § 38 относятся только к элементам (единичным изоляторам).

## ТАБЛИЦА I.

### Электрические характеристики линейных изоляторов.

| Рабочее напряжение установки $V_p$ в kV. | Сухое разрядн. напряжение kV | | | | Мокрое разрядн. напряж. kV [2]) | | | | Пробивное напряжение. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Штыревые изоляторы. | | Подвесные изоляторы [2]). | | Штыревые изоляторы. | | Подвесные изоляторы. | | Штыревые изоляторы. | Подвесные изоляторы. |
| | Рекомендуемое. | Минимальное. | Рекомендуемое. | Минимальное. | Рекомендуемое. | Минимальное. | Рекомендуемое. | Минимальное. | | |
| 3— 3,3 [1]) | 60 | 40 | — | — | 30 | 20 | — | — | Коэффициент запаса на пробой, т.-е. отношение пробивного напряжения изолятора к его сухому разрядному должно быть не менее 1,5. | Коэффициент запаса на пробой, т.-е. отношение пробивного напряжения элемента к его сухому разрядному должно быть не менее 1,5. |
| 6— 6,6 . | 70 | 50 | — | — | 35 | 25 | — | — | | |
| 10— 11 . . | 80 | 60 | — | — | 45 | 33 | — | — | | |
| 20— 22 . . | 110 | 85 | 115 | 90 | 65 | 52 | 75 | 60 | | |
| 30— 33 . . | 135 | 108 | 155 | 133 | 85 | 70 | 90 | 80 | | |
| 35— 40 . . | 150 | 125 | 185 | 160 | 95 | 80 | 105 | 95 | | |
| 60— 66 . . | 205 | 185 | 270 | 230 | 135 | 115 | 155 | 145 | | |
| 105—115 . . | — | — | 400 | 340 | — | — | 250 | 235 | | |
| 150—165 . . | — | — | 500 | 420 | — | — | 345 | 320 | | |
| 200—220 . . | — | — | 660 | 550 | — | — | 445 | 410 | | |

[1]) Для установок с рабочим напряжением, меньшим 3 kV применяются те же изоляторы, что и для установок с рабочим напряжением 3—3,3 kV.

[2]) Приведенные разрядные напряжения относятся к гирляндам с нормальной арматурой, но без специальных приспособлений, могущих понизить сухое разрядное напрженне (рога, щиты). Гирлянда изоляторов с нормальной арматурой (но без рогов и щитов), удовлетворяющая в отношении сухого и мокрого разрядного напряжения значениям, указанным в таблице 1, при применении рогов или щитов должна иметь сухое разрядное напряжение не ниже 80% указанного минимального сухого разрядного напряжения в табл. I.

[3]) Для внутренних станционных изоляторов мокрое разрядное напряжение не нормируется.

ТАБЛИЦА II

**Электрические характеристики станционных изоляторов.**

| Рабочее напряжение. | Сухое разрядное напряжение. kV [2]) | Мокрое разрядное напряжение. kV [3]). | Пробивное напряжение. |
|---|---|---|---|
| 3— 3,3 [1]) | 40 | 20 | Коэффициент запаса на пробой, т.-е. отношение пробивного напряжения изолятора к его сухому разрядному должно быть не менее 1,5. |
| 6— 6,6 | 50 | 25 | |
| 10—11 | 60 | 33 | |
| 20—22 | 85 | 52 | |
| 30—33 | 108 | 70 | |
| 35—40 | 125 | 80 | |

ТАБЛИЦА III.

| Вес изолятора kg. | Высота наивысшей точки изолятора при бросании: cm. |
|---|---|
| До 4,5 . . . . . | 100 |
| От 4,5 до 8 . . . . . | 75 |
| Более 8 . . . . . | 50 |

Конструкция сцепок подвесных изоляторов.

§ 39. Конструкция сцепок должна обеспечивать:

а) действие внешнего усилия по оси единичного изолятора.

б) нераспадаемость гирлянды при любом ее положении относительно горизонта.

Теплоупорность изоляторов.

§ 40. Нормальный монтированный изолятор должен выдерживать троекратное нагревание в течение одного часа в воде при 50° С и непосредственно после этого охлаждение в течение часа

---

[1]) Для установок с рабочим напряжением от 1 до 3 kV применяются те же изоляторы, что и для установок с рабочим напряжением 3—3,3 kV.

[2]) Допуск в сторону понижения сухих разрядных напряжений должен быть не более 50%.

[3]) Для внутренних станционных изоляторов мокрое разрядное напряжение не нормируется.

в воде со льдом. Если для охлаждения изолятора применяется вода без льда, то объем воды для охлаждающей бани должен быть настолько велик, чтобы не получалось нагревания охлаждающей воды изолятором более 2° С. Интервал температуры горячей и холодной воды должен быть не менее 50° С. Изолятор считается выдержавшим это испытание, если он после него выдерживает в течение 3 минут действие такого напряжения, при котором разряды следуют друг за другом через 5—10 секунд.

### Однородность изоляторов.

§ 41. Все изоляторы, обозначаемые как тождественные, должны иметь размеры, отличающиеся от размеров, показанных на эскизных чертежах, представляемых при испытаниях, не более чем

а) на $\pm$ 5% — для линейных изоляторов,

б) на $\pm$ 3% — для станционных изоляторов.

При этом для размеров тонких частей допускаются и большие отклонения от размеров, показанных на чертежах, но не более, как на $\pm$ 1 mm.

Примечание 1. На эскизных чертежах должны быть даны основные размеры как фарфора, так и арматуры, необходимые для монтировки изолятора и связанного с ним провода, при чем для подвесных изоляторов должны быть даны основные размеры не только элемента, но и всей гирлянды с ее арматурой.

§ 42. Все изоляторы, обозначаемые как тождественные, должны иметь вес, отличающийся от указанного заводом на эскизном чертеже, не более, чем на $\pm$ 10%.

### Общие требования к материалу и фабрикации изоляторов.

§ 43. а) Фарфор в изоляторах должен быть плотным, однородным и свободным от трещин, пустот, борозд, вкрапленных тел и т. п. дефектов. Поверхность излома должна быть гладкой и не пористой.

б) В отношении открытой пористости фарфор должен удовлетворять § 67 настоящих Т. У.

§ 44. Вся наружная поверхность фарфора, за исключением частей ее, подлежащих обмазыванию цементом, должна быть по-

крыта плотным, твердым равномерным, гладким и непрерывным слоем глазури. Кромки изоляторов, на которые изоляторы опираются при обжиге, могут оставляться неглазированными, но взамен глазури они должны быть покрыты подходящим лаком.

Примечание. На глазированной части илолятора допускаются места, в количестве не более двух, непокрывшиеся глазурью, с общей площадью, не превосходящей 0,1% наружной поверхности изолятора.

§ 45. а) Цементирующее вещество, применяемое для соединения фарфора и металлических частей не должно действовать химически на фарфор и не должно вызывать никаких повреждений тела изолятора, вследствие расширения.

б) Между склеенными поверхностями не должно быть отверстий или пустот. Наружные поверхности цемента должны быть гладкими и ровными.

§ 46. а) Наружные поверхности металлических частей должны быть гладкими и ровными, без острых заусенцев, ребер и выпуклостей.

б) У линейных и наружных станционных изоляторов все части, сделанные из железа, чугуна или стали, должны быть покрыты снаружи цинком путем электролитического или иного, равноценного ему, процесса так, чтобы означенное покрытие удовлетворяло Т. У. на гальванизацию (см. приложение I).

в) У станционных изоляторов внутренних, все металлические части должны быть покрыты веществом, достаточно предохраняющим их от ржавления, или же должны быть сделаны из материала, не подвергающегося ржавлению.

## Методы испытаний.

### I. Общие условия.

#### Форма кривой напряжения источников тока.

§ 47. Форма кривой напряжения генератора на холостом ходу должна быть чистой синусоидой в пределах установленных для генераторов в Приложении II.

### Частота.

§ 48. Все испытания, устанавливающие соответствие изолятора требованиям, предъявляемым со стороны рабочего режима, должны производиться при частоте в 50 периодов в секунду.

Если осуществить испытание при частоте 50 периодов не представляется возможным, то испытание может быть произведено при частоте в пределах от 25 до 60 периодов.

### Мощность.

§ 49. Мощность испытательных аппаратов должна быть такова, чтобы наибольший ток, который от них берется, не искажал формы кривой напряжения генератора больше, чем это допускается по приведенным в Приложении II нормам.

### Изменение напряжения.

§ 50. Напряжение следует изменять так, чтобы возможно меньше искать форму кривой напряжения в высоковольтной цепи.

### Измерение напряжения.

§ 51. Измерение напряжения в высоковольтной цепи производится по „эквивалентному“ коэффициенту трансформации, определенному при помощи разрядника с шарами согласно Приложению II.

### Окружающие условия.

§ 52. При испытании на разряд изоляторы в собранном виде должны испытываться в условиях, возможно близких к условиям работы их в действительности. Та часть арматуры, которая в условиях действительной работы изолятора является заземленной, должна быть заземлена и при испытании. Второй электрод изолятора соединяется со скрученным проводом, имеющим длину не менее 2 m и сечение 70 $mm^2$. Окружающие предметы должны быть удалены от изолятора на расстояние не менее 2 m. Поверхность изолятора должна быть совершенно чистой. В отношении штыревых и подвесных изоляторов должны быть соблюдены, кроме того, следующие условия:

ш) Изолятор укрепляется на штыре нормальным способом, причем штырь, если он не задан конструкцией изолятора, берется диаметром 35 mm. Провод укрепляется на изоляторе нормальной обвязкой. На изоляторах, имеющих на головке канавку, провод укладывается в канавку.

п) Элемент или гирлянда в собранном виде подвешивается к металлической заземленной поперечине. Провод укрепляется при помощи соответствующего линейного зажима и выгибается, как того требует зажим.

### Протокол испытания.

§ 53. В протоколе испытаний, помимо указания всех данных, о которых говорилось в §§ 38—43, должно быть указано:

1. Время и место испытания.
2. Фамилии экспериментаторов.
3. Источник тока, трансформатор и методы измерения.
4. Особенности, наблюдавшиеся во время испытания.
5. Подробности испытания: число изоляторов, их размеры (или ссылка на чертеж), расположение во время испытания и т. д.
6. Температура и давление воздуха.

## 2. Метод определения разрядного напряжения.

### Изменение напряжения.

§ 54. К изолятору прилагается постепенно около $^1/_2$ сухого разрядного напряжения, после чего оно возможно плавно повышается со скоростью 5 kV в 5 сек. до тех пор, пока не произойдет разряда. Разрядное напряжение, характеризующее данный изолятор, получается как среднее из 2 наблюдений.

## 3. Методы мокрого испытания.

### Получение дождя.

§ 55. Для получения дождя должны употребляться лейки, число и расположение которых должно быть таково, чтобы давать возможно равномерное распределение дождя в месте нахождения изолятора.

Дождь должен падать с одной стороны изолятора, распределяясь по нему, по возможности, равномерно. Угол наклона струй к горизонту в месте нахождения изолятора должен быть 45°. Величина угла наклона проверяется визированием падающих струй на прямую линию, нечерченную под углом в 45° к горизонту.

Давление воды должно быть таково, чтобы струи дождя при падении на изолятор имели капельную форму и не подвергались при ударе распылению с поверхности изолятора.

## Измерение силы дождя.

§ 56. Измерение силы дождя должно производиться при помощи сосуда, имеющего площадь отверстия, не меньшую 200 $cm^2$, помещаемого на место нахождения изолятора, который при этом должен быть удален.

Среднее количество падающей воды должно быть равно 5 mm в минуту.

Отверстие сосуда во время измерений должно быть в горизонтальной плоскости. Сила дождя F вычисляется по формуле:

$$F = \frac{10\ v}{S\ t}$$

где v — объем в кубических сантиметрах воды, попавшей в сосуд за время t минут и S — площадь отверстия сосуда в квадратных сантиметрах.

Давление воды, при котором получается нормальный дождь, должно быть поддерживаемо постоянным при всех испытаниях под дождем.

Примечание. При испытании подвесных изоляторов сосуд помещается в трех горизонтальных плоскостях, проходящих через верх, средину и низ гирлянды, и берется среднее из трех отсчетов.

## Качество воды.

§ 57. Применяемая вода должна иметь сопротивление около 12 000 Ω в кубике, ребро которого равно одному сантиметру. Пересчет напряжения при испытаниях водой, имеющей больше или меньше вышеуказанного сопротивления в 12 000 Ω — производится по нижеследующей таблице.

**Таблица для пересчета мокрого разрядного напряжения нормированной проводимости воды.**

| Удельное сопротивление. | Удельная проводимость. | Поправочный коэффициент. |
|---|---|---|
| 100 000 Ω | 10 μS | 1,24 |
| 50 000 „ | 20 „ | 1,14 |
| 20 000 „ | 50 „ | 1,06 |
| 12 000 „ | 83,3 „ | 1,00 |
| 5 000 „ | 200 „ | 0,88 |
| 2 500 „ | 400 „ | 0,79 |
| 1 000 „ | 1 000 „ | 0,65 |

## Положение изолятора.

§ 58. ш) Во время испытания под дождем ось изолятора должна быть вертикальна.

п) Во время испытания под дождем гирлянда поддерживающих изоляторов должна висеть вертикально, натяжных — под углом в 15° к горизонту, при чем для натяжных изоляторов все измерения должны быть произведены в двух случаях: 1) когда дождь падает на гирлянду со стороны зажима, 2) когда дождь падает со стороны ушка или серьги.

о) Во время испытания под дождем наружных опорных изоляторов, ось изолятора должна быть горизонтальна, а направление дождя должно быть перпендикулярно к оси изолятора.

пр) Во время испытания под дождем наружных проходных изоляторов ось изолятора располагается вертикально или под углом 45° к горизонту, в зависимости от назначения изолятора (вывод через крышу или через стену). В первом случае направление дождя должно составлять угол 45° с осью изолятора, а во втором случае — угол 90° с осью изолятора.

## Метод определения мокрого разрядного напряжения.

§ 59. Метод отличается от описанного в § 54 только тем, что измерения начинаются по истечении 5 минут после начала дождя, при чем в течение этого времени испытуемые изоляторы должны

находиться под напряжением, приблизительно равным $^1/_2$ мокрого разрядного напряжения. Для натяжных гирлянд мокрым разрядным напряжением считается наименьшее из полученных по § 58 напряжений.

### 4. Метод определения пробивного напряжения.

Окружающие условия.

§ 60. При испытании на пробой изолятор должен быть погружен в сосуд с трансформаторным маслом. Объем и форма сосуда должны быть таковы, чтобы изолятор свободно помещался в нем, не имея с ним точек соприкосновения. Для разных типов изоляторов должны быть, кроме того, соблюдены следующие условия.

ш) Масло должно покрывать все части изолятора. Между юбками изолятора не должно оставаться воздуха.

п) Испытанию на пробой должны подвергаться только единичные изоляторы. Масло должно покрывать все части изолятора при испытании всех типов шарнирных изоляторов. При испытании цепных изоляторов, изолятор должен быть погружен в масло таким образом, чтобы каналы его оставались заполненными воздухом.

о) Нормально собранный опорный изолятор должен быть погружен в сосуд с маслом в вертикальном положении так, чтобы внутри изолятора оставался воздух. Если в качестве опорных изоляторов применяются штыревые, то они должны испытываться как указано в § 60-ш.

пр) При испытании на пробой проходных изоляторов, не заполненных внутри изолирующим маслом или составом, они должны испытываться таким образом, чтобы внутренняя полость изолятора оставалась заполненной воздухом.

Электроды.

§ 61. п), о) и пр) Электродами при определении пробивного напряжения должны служить части нормальной арматуры изоляторов. Изоляторы должны испытываться в нормально собранном виде.

ш) Электродами при определении пробивного напряжения штыревых изоляторов должны служить нормально заделанный метал-

лический штырь и скрученный провод, сечения 70 mm² привязанный к головке изолятора нормальной вязкой. Допускается применение и иных подходящих электродов, при условии достаточного контакта между ними и соответственными частями фарфора.

Примечание. В случае поставки станционных изоляторов без арматуры допускается испытание их на пробой с искусственной арматурой, приближающейся по форме к обычной арматуре этих изоляторов и позволяющей осуществить условия испытания, требуемые в § 60.

Изменение напряжения.

§ 62. К изолятору прилагается постепенно сухое разрядное напряжение, после чего оно повышается возможно плавно со скоростью 5 kV в 5 сек. до тех пор, пока не произойдет пробоя

### 5. Испытание хрупкости.

§ 63. ш) и п) Бросание изолятора может производиться в любом его положении, но без сообщения ему начальной скорости.

о) и пр). При бросании ось изолятора должна быть горизонтальна и изолятор не должен иметь начальной скорости.

### 6. Испытание механической прочности.

Испытание гарантийной нагрузкой.

§ 64. ш) При испытании гарантийной нагрузкой изолятор монтируется нормальным образом на штыре и подвергается действию гарантийной нагрузки при помощи тросса, укрепленного вокруг шейки изолятора. Нагрузка должна действовать перпендикулярно к оси изолятора и должна быть приложена без удара.

п) Испытанию должен подвергаться единичный изолятор, причем нагрузка должна быть приложена к нормальным электродам изолятора и действовать по оси его. Нагрузка должна прилагаться без удара.

о) При испытании изолятор должен быть укреплен нормальным способом и подвергнут действию гарантийной нагрузки перпендикулярно к оси его при помощи тросса, укрепленного на головке изолятора. Нагрузка должна прилагаться без удара.

пр) Изолятор должен быть укреплен при помощи своего нормального фланца и гарантнйная нагрузка должна быть приложена

к одному концу выводного болта изолятора перпендикулярно к оси его. В случае, если изолятор предназначен для заделки без фланца, при испытании он должен быть заделан в подходящий временный фланец. Нагрузка должна прилагаться без удара.

Действию гарантийной нагрузки изоляторы подвергаются в течение 15 секунд, после чего они должны быть испытаны в течение 3 минут сухим разрядным напряжением, как указано в § 33. При этом сила тока трансформатора должна быть ограничена сопротивлением в первичной цепи так, чтобы при разряде не получалось дуги.

Определение разрушающей механической нагрузки.

§ 65. К изолятору, монтированному, как указано в § 75, прилагается постепенно усилие, равное ~ 75% от разрущающего, после чего оно увеличивается ступенями по 3% от разрушающего. Продолжительность действия каждой ступени усилия должна быть равна 15 секунд. Допускается также испытание при равномерном возрастании нагрузки под условием, что скорость возрастания нагрузки будет не более 0,2% в секунду от разрушающей.

### 7. Испытание на теплоупорность.

§ 66. Метод испытания ясен из § 40. Количество льда в воде должно быть таково, чтобы охлаждающая вода оставалась на все время охлаждения изолятора при 0° С.

При испытании изолятора напряжением согласно § 40, сила тока трансформатора должна быть ограничена сопротивлением в первичной цепи настолько, чтобы при разряде не получалось дуги.

### 8. Испытание на открытую пористость.

§ 67. На открытую пористость фарфор может быть испытан или а) пропиткой под давлением или б) по аммиачному способу В. В. Скобельцына.

Выбор способа предоставляется заказчику.

б) Испытание пропитыванием под давлением.

Куски фарфора, взятые из толстой части изолятора, подвергаются пропитке в 0,5% растворе фуксина в алкоголе под давлением 140 kg/cm² в течение 24 часов.

При этом фарфор не должен давать заметной окраски, проникающей в массу.

б) Аммиачный способ В. В. Скобельцына.

Куски фарфора, взятые из толстой части изолятора, должны быть высушены при температуре в 120° С. в продолжение 24 часов. Затем они помещаются в сосуд с притертой стеклянной пробкой, в котором производится разрежение в 98% (давление равно 1,5 cm ртутного столба).

Под вакуумом образец выдерживается в продолжение 12 часов, после чего сосуд заполняется газообразным аммиаком до атмосферного давления. В атмосфере аммиака образец выдерживается 12 часов; далее вся операция (вакуум-аммиак) повторяется снова. После троекратного повторения этой операции образцы фарфора непосредственно из атмосферы аммиака переносятся на 24 часа в крепкий водный раствор эозина. Подвергнутый вышеуказанной обработке образец фарфора не должен показывать в изломе никакого окрашивания.

## ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ.

§ 68. Как испытание типа, так и приемочные испытания производятся в порядке, указанном нижеследующими параграфами:

При испытании типа необходимо отмечать процент невыдержавших каждое испытание, так как эти цифры необходимы при окончательной оценке типа.

Имеющиеся в §§ 68 — 76 указания на допустимый процент невыдержавших относятся только к приемочным испытаниям.

ш) Для испытания типа должно быть представлено не менее 15 изоляторов. Если изоляторы поставляются со штырями, они должны быть представлены вместе со штырями, из коих 10 шт. должны быть нормально заделаны в изоляторы, а остальные — нет.

п) Для испытания типа должно быть представлено не менее 3 гирлянд с полной арматурой, готовых для установки на линии. Если гирлянда содержит менее 5 элементов, должно быть доставлено не менее 15 элементов.

о) и пр) Для испытания должно быть доставлено не менее 15 шт. нормально собранных изоляторов.

### 1. Наружный осмотр.

§ 69. Наружному осмотру подвергаются все присланные для испытания изоляторы или элементы с целью удостоверения соответствия их требованиям §§ 41, 42, 44, 45 и 46.

Допускается, что каждому требованию указанных параграфов не удовлетворяет только по одному изолятору из 10 штук испытуемых изоляторов.

### 2. Определение электрических характеристик.

§ 70. ш) Для всех изоляторов определяется сухое и мокрое разрядное напряжение.

п) Для всех элементов определяется сухое разрядное напряжение. Для всех гирлянд определяется сухое и мокрое разрядное напряжение.

о) Для всех изоляторов определяется сухое разрядное напряжение. Для всех наружных изоляторов определяется также и мокрое разрядное напряжение.

пр) Для всех внутренних изоляторов, предназначенных для прохода через стены и перекрытия, определяется сухое разрядное напряжение. Для изоляторов, предназначенных для вывода из зданий наружу, определяется сухое разрядное напряжение отдельно для внутренней и для наружной частей. Для наружной части определяется также и мокрое разрядное напряжение. Для выводных изоляторов масляных баков машин и аппаратов определяется сухое разрядное напряжение воздушной части изоляторов.

5 изоляторов, выбранных наугад, подвергаются испытанию на пробой по §§ 60, 61 и 62. Допускается, чтобы один из них имел коэффициент запаса на пробой менее 1,5, но не менее 1,4.

### 3. Механическое испытание.

§ 71. 5 изоляторов, выбранных наугад, подвергаются испытанию гарантийной нагрузкой по § 64.

§ 72. 5 изоляторов, выбранных наугад, подвергаются механическому испытанию до разрушения по § 65.

### 4. Качество фарфора.

§ 73. Разрушенные изоляторы подвергаются дроблению для удостоверения соответствия материала требованиям § $43_a$ и 45б. При этом допускается, что один из изоляторов может не удовлетворить этим требованиям.

Испытание на пористость производится лишь в спорных случаях.

### 5. Испытание оцинковки.

§ 74. Оцинкованные металлические части, если таковые имеются, пяти изоляторов, разрушенных при механическом испытании, подвергаются испытанию по нормам для гальванизации (Прилож-е ние I).

Партия признается пригодной, если оцинковка металлических частей 4 изоляторов удовлетворит указанным нормам.

### 6. Термические испытания.

§ 75. 5 изоляторов подвергаются испытаниям по § 66.

Допускается, чтобы при испытании было не более одного невыдержавшего изолятора.

### 7. Испытание на хрупкость.

§ 76. Испытание на хрупкость согласно § 38 и § 63 подвергаются изоляторы, испытанные по § 70, а также выдержавшие испытание по § 75.

Допускается, чтобы при испытании было не более одного невыдержавшего изолятора.

## ПРИЕМОЧНОЕ ИСПЫТАНИЕ.

§ 77. Изоляторы или элементы, выдержавшие текущее производственное испытание, разделяются на группы по 1 000 шт., от каждой из которых отбирается наугад 0.5% изоляторов. При поставке менее, чем 3 000 шт. изоляторов должно быть отобрано всего не менее 15 изоляторов. Над отобранным комплектом производится полное испытание типа. Партия изоляторов считается

забракованной, если ее представители дадут больший процент отказа, чем указанный в соответствующем параграфе испытания типа.

При испытании подвесных изоляторов, для упрощения, допускается испытание единичных изоляторов, не собранных в гирлянды. Для испытания должно быть представлено не менее 15 единичных изоляторов. При определении количества изоляторов, подвергающихся тому или иному испытанию, и допустимого числа невыдержавших, следует руководиться указаниями, данными в §§ 68—76.

Примечание. При поставках изоляторов менее 1.000 штук число изоляторов для приемочного испытания определяется по соглашению заинтересованных сторон.

## ТЕКУЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ.

§ 78. Во время производства на заводе каждый изолятор или часть изолятора должены подвергаться испытаниям, имеющим целью выделить те изоляторы или части изоляторов, которые имеют какие-либо дефекты внутри материала. Эти испытания должны производиться как до сборки, так и после сборки изоляторов. При текущем производственном испытании допускается одновременное испытание большого количества изоляторов.

### 1. Испытания до сборки.

#### Осмотр.

§ 79. Все фарфоровые части после окончательного обжига осматриваются, причем откидываются те из них, которые не удовлетворяют требованиям §§ $43_a$ и 44.

#### Испытание на пористость.

§ 80. После отбора горнового брака, на каждую сотню изоляторов или частей изоляторов, по возможности, взятых из одной и той же зоны горна, берется один изолятор или части изолятора, который испытывается по § 67. В случае отрицательных результатов испытания, из той же сотни берется еще два изолятора или части изолятора, которые должны удовлетворить требованиям § 67. В противном случае данная сотня изоляторов или частей изоляторов бракуется.

Электрическое испытание.

§ 81. ш) и п) Для электрических испытаний изоляторы или части изоляторов ставятся в опрокинутом положении в воду и внутрь их наливается вода. Как снаружи, так и внутри уровень воды должен покрывать поверхности, соприкасающиеся с цементом или металлом, и отстоять не более, чем на 10 mm от края этих поверхностей.

Массы воды, налитые внутрь частей, соединяются с одним полюсом высоковольтной цепи при помощи проводников, устанавливаемых вдоль оси каждой части таким образом, чтобы не уменьшить ее разрядного расстояния.

Другой полюс высоковольтной цепи соединяется с массой воды, окружающей испытуемые части.

о) Для электрического испытания опорные изоляторы ставятся в опрокинутом положении в воду и внутрь их наливается вода. Снаружи уровень воды должен покрывать поверхности, соприкасающиеся с цементом или металлом, и отстоять не более, чем на 10 mm от края этих поверхностей. Внутри уровень воды должен находиться на высоте, равной примерно половине высоты изолятора.

Массы воды, налитые внутрь изоляторов, соединяются с одним полюсом высоковольтной цепи при помощи проводников, устанавливаемых вдоль оси каждого изолятора таким образом, чтобы не уменьшать его разрядного расстояния. Другой полюс высоковольтной цепи соединяется с массой воды, окружающей испытуемые изоляторы.

пр) Для электрического испытания проходных изоляторов они надеваются на металлическую трубу или стержень, которая соединяется с одним полюсом высоковольтной цепи. Снаружи на фарфор надевается металлическая обкладка, соединяемая с другим полюсом высоковольтной цепи, которая устанавливается так, чтобы наблюдался разряд и по одну и по другую сторону от обкладки. Размер обкладки, считая по оси изолятора, не должен превышать ширины поверхности изолятора, предназначенной для соединения с фланцем или вмазывания в стену.

Примечание. У несимметричных изоляторов (напр., трансформаторные выводы и т. п.) при расположении об-

кладки на месте, прдназначенном для соединения с фланцем, разряд всегда будет происходить только в одну сторону. Для этих изоляторов метод электрического испытания до сборки временно не нормируется.

§ 82. Каждая часть испытывается в течение минимум трех минут напряжением, при котором разряды следуют друг за другом через 5—10 секунд.

Если какая-нибудь часть будет пробита насквозь в последнюю минуту испытаний, она удаляется, и испытание продолжается, пока пройдет одна минута без пробоя какой-либо из оставшихся частей.

### 2. Испытания после сборки.

§ 83. Все испытания после сборки призводятся не ранее истечения срока, необходимого для затвердевания цемента или иного склеивающего вещества, применяемого для соединения частей изолятора между собою и фарфора с арматурой.

#### Механическое испытание.

§ 84. Механическое испытание является обязательным только для подвесных изоляторов всех типов, кроме цепного. При этом испытании каждый собранный единичный изолятор должен выдержать в течение 5 секунд действие усилия, равного 30% разрушающей нагрузки для данного типа изоляторов. Испытательное усилие должно прилагаться без удара. О результате испытания судят по наличию или отсутствию признаков механического повреждения Механическое испытание должно производиться до электрического испытания.

#### Электрическое испытание.

§ 85. Электродами при испытании собранных изоляторов служат либо части его арматуры, либо, при отсутствии таковых, электроды, описанные в § 81.

§ 86. Все собранные изоляторы или элементы подвергаются в течение минимум 2 минут испытанию напряжением, несколько превышающем сухое разрядное, так что получается непрерывный поток искр. Если при этом какой-либо из испытываемых изоляторов будет пробит, то он удаляется и испытание остальных про-

должается до тех пор, пока не пройдет не менее 30 секунд без подобного пробоя.

Сила тока в высоковольтной цепи должна быть при испытании ограничена сопротивлением в первичной цепи настолько, чтобы не получалось дуги.

Примечание. Для несимметричных изоляторов метод испытания после сборки временно не нормируется.

---

*Приложение I.*

**Технические условия для гальванизации железа или стали 1911 г.**

Настоящие Т. У. нормируют детали испытаний гальванизированного материала. Все образцы должны быть в состоянии выдерживать настоящие испытания.

A. Покрытие. Гальванизация должна состоять в непрерывном покрытии слоем чистого цинка одинаковой толщины, наложенным так, чтобы он прочно приставал к поверхности железа или стали. Поверхности готовых предметов должны быть гладкими.

B. Чистка. Пред испытанием образцы должны быть очищены сначала бензином или скипидаром, протерты концами бумажной пряжи (но не щеткой), затем тщательно прополосканы в чистой воде и насухо вытерты концами.

Пред каждым погружением в раствор образец должен быть чистым и сухим.

C. Раствор. Нормальный раствор медного купороса должен состоять из обычно существующих в продаже кристаллов медного купороса, растворенных в холодной воде в количестве 36 весовых частей купороса на 100 частей, по весу воды. Раствор должен быть нейтрализован прибавлением в избытке химически чистой окиси меди (CuO). Наличие избытка окиси меди может быть обнаружено по осадку этого реагента на дне сосуда.

Нейтрализованный раствор должен быть перед употреблением профильтрован через фильтровальную бумагу. В начале каждого испытания профильтрованный раствор должен иметь удельный вес 1,186 при 65° F (18,3° C) (читать шкалу на уровне раствора).

В случае, если профильтрованный раствор имеет более высокий удельный вес, для доведения удельного веса до 1,186 при 65° F (18,3° C) должна быть добавлена чистая вода. В случае, если профильтрованный раствор имеет более низкий удельный вес, надо прибавить профильтрованного раствора с более высоким удельным весом, чтобы получить удельный вес 1,186 при 65° F (18,3° C).

После того, как более крепкий раствор взят из сосуда с непрофильтрованным нейтрализованным запасным раствором, к последнему должны быть добавлены кристаллы и вода.

В нефильтрованной запасной жидкости всегда должен находиться избыток окиси меди.

D. Количество раствора. Образцы проволоки должны испытываться в стеклянной банке с внутренним диаметром, по крайней мере, 2 дюйма (50 mm). Банка без образцов проволоки должна быть наполнена нормальным раствором до глубины, по крайней мере, 4 дюймов (100 mm).

Образцы иных изделий должны испытываться в стеклянной или глиняной банке, содержащей, по крайней мере, $^1/_2$ пинты (0,284 литра) нормального раствора на каждый образец.

Раствор нельзя употреблять более, чем для одного испытания, состоящего из четырех погружений.

E. Образцы. В нормированное количество раствора нельзя одновременно погружать более 7 проволок или болое одного, иного чем проволока, гальванизированного предмета.

Образцы не должны быть связаны вместе или скручены, но должны быть разделены настолько, чтобы раствор мог равномерно действовать на все погруженные части образцов.

F. Испытание. Для испытания следует взять чистые и сухие образцы и погрузить на одну минуту в требуемое количество нормального раствора, температуру которого надлежит поддерживать между 62° F и 68° F (16,6° C и 20° C), после чего образцы следует тотчас же вымыть в чистой воде, имеющей температуру в тех же пределах, что и раствор, и насухо вытереть бумажными концами. Подобную операцию следует повторить четыре раза. В случае испытания гальванизированной железной или стальной проволоки № 14 (2,08 $mm^2$), время четвертого погружения можно уменьшить до $^1/_2$ минуты.

G. Браковка. Если после испытания, описанного в части «F», на образцах будет блестящий металлический осадок меди, то партия, от которой взят образец, должна быть забракована.

Осадок меди на цинке на расстоянии, меньшем 1 дюйма от отрезанного конца, не может служить причиной браковки.

В случае, если испытание не выдержала только одна проволока из группы в семь проволок, погруженных вместе, или если возникает некоторое сомнение относительно осадка меди, над этими семью проволоками должны быть произведены два поверочных испытания, и партия должна быть принята или забракована согласно большинству результатов всех испытаний.

---

*Приложение II.*

## Выдержки из норм электрических машин и приборов, выработанных Американским Институтом Инженер электриков.

### Форма кривой.

405. Синусоида считается нормальной формой кривой за исключением тех случаев, когда уклонения от нее неразрывно связаны с условиями работы системы, в состав которой входит машина.

406. Уклонение формы кривой от синусоиды определяется путем наложения на действительную кривую (снятую осциллографом) эквивалентной синусоиды равной длины, так, чтобы разница получилась наименьшая, и затем деления наибольшей разности между соответствующими ординатами на наибольшую ординату эквивалентной синусоиды. Допускается наибольшее уклонение волны от синусоиды, не превосходящее 10%, если нет иных оговорок.

### Измерение напряжения при диэлектрических испытаниях машин.

530. Применение вольтметров и разрядников при испытаниях изоляции. При производстве испытаний изоляции электрических машин надо принять все меры предосторожности против возникновения искровых разрядов в цепях, служащих для испытания. Последовательно с одним электродом разрядника должно быть включено неиндуктивное сопротивление

в размере одного ома на каждый вольт. Если испытание производится при заземленном одном электроде, это сопротивление должно быть включено последовательно с незаземленным электродом. Если ни один из электродов не заземлен, то последовательно с каждым из электродов должна быть включена половина сопротивления. В обоих случаях это сопротивление должно быть помещено по возможности близко к измерительному разряднику, а не должно быть включенным последовательно с испытуемым прибором. Сопротивление уничтожает колебания высокой частоты в момент разряда и ограничивает силу тока. Наиболее надежную форму реостата представляет трубка с водой. Угольные реостаты не должны применяться, так как их сопротивление становится весьма малым при высоких напряжениях.

531. Для машин малой емкости. Если испытываемая машина не требует настолько значительного разрядного тока, чтобы исказить форму кривой высокого напряжения или изменить коэффициент трансформации, то разрядник должен быть установлен на требуемое испытательное напряжение, а испытательные приспособления урегулированы так, чтобы давать напряжение, при котором разрядник только что пробивается. Эта регулировка должна быть сделана без включения испытываемого прибора. Затем прибор должен быть включен, и при разряднике, раздвинутом примерно на 20% больше, чем раньше, испытательные приспособления должны быть еще раз урегулированы так, чтобы дать то же напряжение, что и прежде, которое и принимается за испытательное напряжение. Это напряжение должно поддерживаться в течение требуемого промежутка времени.

532. Для машин, имеющих большую емкость. Если зарядный ток испытуемой машины может заметно искажать форму кривой напряжения или изменить коэффициент трансформации трансформатора, то первая регулировка напряжения с разрядником, установленным на испытательное напряжение, должна быть произведена при включенном в цепь, параллельно разряднику, испытываемом аппарате.

При испытании больших изоляторов, проводов и т. п. частичный разряд по поверхности испытуемого аппарата может вызвать колебания, которые произведут преждевременный разряд в измерительном разряднике. Тогда измеренное напряжение будет выше истинного. При таких испытаниях «эквивалентный» коэффициент

трансформации испытательного трансформатора должен быть измерен при помощи разрядника вплоть до напряжения, на 20% меньшего, чем напряжение, при котором происходит разряд по поверхности в испытуемом аппарате, при чем испытуемый аппарат должен быть включен в цепь. Затем измерительный разрядник должен быть сильно раздвинут, и напряжение должно быть увеличиваемо до тех пор, пока не произойдет разряд по поверхности в испытуемом аппарате. Соответственное напряжение должно быть определено затем посредством помножения отсчета по вольтметру на эквивалентный коэффициент трансформации, найденный ранее. Следует всегда избегать непосредственных измерений разрядного напряжения для одного искрового промежутка посредством другого искрового промежутка.

534. Измерения при помощи разрядников. При соблюдении надлежащих предосторожностей разрядники могут быть применяемы с успехом для проверки вольтметров, применяемых при испытании машин высоким напряжением.

535. Пределы напряжений. Для целой поверки, упомянутой в § 534, следует применять разрядник с шарами исключительно для напряжений свыше 50 kV и предпочтительно начиная с 30 kV. Разрядник с иголками может применяться для напряжений от 10 до 50 kV.

536. Разрядник с шарами. Нормальный разрядник с шарами должен состоять из двух металлических шаров, надлежащим образом укрепленных. При пользовании им, согласно сделанным ниже указаниям, достижимая точность должна составлять около 2%.

Никакое постороннее тело или внешняя часть цепи не должно находиться от искрового промежутка ближе, чем на расстоянии удвоенного диаметра шаров. Под «искровым промежутком» разумеется кратчайшее расстояние между шарами.

Стержни, на которых укреплены шары, не должны иметь диаметра большего, чем $^1/_5$ диаметра шаров. Металлические втулки и т. п., сквозь которые проходят стержни, должны быть по возможности малы и не должны во время какого-либо измерения находиться ближе к шару, чем наибольшая длина искры, применяемая в этом измерении.

Диаметр шара не должен отличаться более чем на 0,1%, а кривизна, измеренная сферометром, не должна отличаться более, чем

на 1% от тех же величин для идеального шара требуемого диаметра.

539. При пользовании сферометром для измерения кривизны расстояния между точками касания ножек сферометра должны заключаться в следующих пределах.

ТАБЛИЦА VIII.

**Данные для сферометра.**

| Диаметр шара | Расстояние между точками касания в mm | |
|---|---|---|
| | Наибольшее. | Наименьшее. |
| 62,5 | 35 | 25 |
| 125 | 45 | 35 |
| 250 | 65 | 45 |
| 500 | 100 | 65 |

539. А. При пользовании разрядником с шарами, построенными, как указано выше, предполагается, что прибор будет установлен для пользования в месте, сравнительно свободном от внешних электрических полей. Надо позаботиться, чтобы проводящие тела, входящие в состав цепи или находящиеся под напряжением цепи, не были расположены по отношению к разряднику таким образом, чтобы их электрические поля были заметны на месте искрового промежутка; напр., предохранительные сопротивления не следует помещать таким образом, чтобы большие массы или поверхности находились поблизости от искрового промежутка, хотя бы даже на расстоянии двух диаметров шара.

Если один шар заземлен, то место, где на заземленном шаре появляется искра, должно находиться на расстоянии около пяти диаметров от пола или земли.

540. Длины искр между шарами различного диаметра для различных действующих значений напряжения (при синусоидальной форме кривой) приведены в табл. IX.

## Поправки на плотность воздуха для разрядников с шарами.

541. Пробивное напряжение для данной длины искрового промежутка уменьшается с уменьшением барометрического давления

## ТАБЛИЦА IX.

**Искровые напряжения для разрядника с шарами.**

(При 25° С и 760 mm барометрического давления).

| | Длина искры в миллиметрах. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Шары 62,5 mm диам. | | Шары 125 mm диам. | | Шары 250 mm диам. | | Шары 500 mm диам. | |
| | Один шар заземлен | Оба шара изолиров. | Один шар заземлен | Оба шара изолиров. | Один шар заземлен | Оба шара изолиров. | Один шар заземлен | Оба шара изолиров. |
| 10 | 4,2 | 4,2 | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 8,6 | 8,6 | — | — | — | — | — | — |
| 30 | 13,5 | 13,5 | 14,1 | 14,1 | — | — | — | — |
| 40 | 19,2 | 19,2 | 19,1 | 19,1 | — | — | — | — |
| 50 | 25,5 | 25,0 | 24,4 | 24,4 | — | — | — | — |
| 60 | 34,5 | 32,0 | 30 | 30 | 29 | 29 | — | — |
| 70 | 46,0 | 39,5 | 36 | 36 | 35 | 35 | — | — |
| 80 | 62,0 | 49,0 | 42 | 42 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| 90 | — | 60,5 | 49 | 49 | 46 | 45 | 46 | 46 |
| 100 | — | — | 56 | 55 | 52 | 51 | 52 | 51 |
| 120 | — | — | 79,7 | 71 | 64 | 63 | 63 | 62 |
| 140 | — | — | 108 | 88 | 78 | 77 | 74 | 73 |
| 160 | — | — | 150 | 110 | 92 | 90 | 85 | 83 |
| 180 | — | — | — | 138 | 109 | 106 | 97 | 95 |
| 200 | — | — | — | — | 128 | 123 | 108 | 106 |
| 220 | — | — | — | — | 150 | 141 | 120 | 117 |
| 240 | — | — | — | — | 177 | 160 | 133 | 130 |
| 260 | — | — | — | — | 210 | 180 | 148 | 144 |
| 280 | — | — | — | — | 250 | 203 | 163 | 158 |
| 300 | — | — | — | — | — | 231 | 177 | 171 |
| 320 | — | — | — | — | — | 265 | 194 | 187 |
| 340 | — | — | — | — | — | — | 214 | 204 |
| 360 | — | — | — | — | — | — | 234 | 221 |
| 380 | — | — | — | — | — | — | 255 | 239 |
| 400 | — | — | — | — | — | — | 276 | 257 |

и с повышением температуры. Поправка на это обстоятельство может быть значительна на больших высотах.

Длина, на которую надо установить искровой промежуток, чтобы получить искру при каком-либо заданном напряжении, определяется следующим образом. Разделим заданное напряжение на поправочный множитель, взятый из таблицы X. Таким образом получается новое напряжение. Длина искрового промежутка, получаемая из кривых, построенных на основании таблицы IX, для этого нового напряжения, и есть искомая.

Напряжение, при котором пробивается данный искровой промежуток, получается, беря напряжение, соответствующее длине промежутка, из кривых таблицы IX и помножая на поправочный множитель.

Когда высота над уровнем моря невелика, то за поправочный множитель можно принять относительную плотность воздуха; когда высота велика, или требуется большая точность, то поправочный множитель, соответствующий относительной плотности воздуха, следует брать из таблицы X, в которой относительная плотность воздуха

$$\delta = \frac{3{,}92\ B}{273+t}$$

B—барометрическое давление в сантиметрах.

t—температура в градусах C.

Разрядник с шарами более чувствителен, чем разрядник с иголками, к кратковременным повышениям напряжения, и напряжение, необходимое для пробивания искрового промежутка, должно быть определяемо посредством медленного уменьшения искрового промежутка при постоянном напряжении или посредством медленного увеличения напряжения при неизменяемой установке разрядника. Открытые вольтовы дуги не допускаются поблизости разрядника во время его работы, так как они могут влиять на его градуировку.

Поправочные кривые, по желанию, можно построить для любой высоты.

Значения относительной плотности воздуха и соответствующие значения поправочного множителя приведены в таблице X. Сразу видно, что для значений относительной плотности выше 0,9 поправочный множитель не отличается значительно от относительной плотности воздуха.

## ТАБЛИЦА X.

**Поправки на плотность воздуха для разрядников с шарами.**

| Относительн. плотность воздуха. | Диаметр шаров в mm | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 62,5 | 125 | 250 | 500 |
| 0,50 | 0,547 | 0,535 | 0,527 | 0,519 |
| 0,55 | 0,594 | 0,583 | 0,575 | 0,567 |
| 0,60 | 0,640 | 0,630 | 0,623 | 0,615 |
| 0,65 | 0,686 | 0,677 | 0,670 | 0,663 |
| 0,70 | 0,732 | 0,724 | 0,718 | 0,711 |
| 0,75 | 0,777 | 0,771 | 0,766 | 0,759 |
| 0,80 | 0,821 | 0,816 | 0,812 | 0,807 |
| 0,85 | 0,866 | 0,862 | 0,859 | 0,855 |
| 0,90 | 0,910 | 0,908 | 0,906 | 0,904 |
| 0,95 | 0,956 | 0,955 | 0,954 | 0,952 |
| 1,00 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 1,05 | 1,044 | 1,045 | 1,046 | 1,048 |
| 1,10 | 1,090 | 1,092 | 1,094 | 1,096 |

---

**Пояснения к техническим условиям на высоковольтные изоляторы.**

Представляемые на утверждение IX Всесоюзного Электротехнического Съезда Технические Условия на высоковольтные изоляторы представляют собой результат коренной переработки Т. У., утвержденных XIII Съездом. Т. У., утвержденные VIII Съездом, были составлены на основании, главным образом, литературного материала и некоторых, в общем незначительных, собственных данных испытаний, имевшихся в распоряжении Изоляторной Комиссии во время составления Т. У. За период времени, прошедший между VIII и IX Электротехническими Съездами у Изоляторной Комиссии накопился уже достаточно большой опыт по испытанию изоляторов, и она получила возможность при пересмотре Т. У. для внесения их на IX В. Э. С. использовать весь этот опыт и со-

здать Т. У., вполне отвечающие современным требованиям изоляторной техники. Главные отличия пересмотренных Изоляторной Комиссией Т. У. от утвержденных VIII Съездом заключаются:

1) в расширении области применения Т. У. в сторону более низких напряжений (до 35 kV),

2) в распространении применения Т. У. на иные типы изоляторов, кроме линейных (спорные и проходные изоляторы) и

3) в изменении основного принципа нормировки изоляторов (применение переменных коэффициентов электрической прочности изоляторов, вместо постоянных коэффициентов).

В связи с вышеуказанными изменениями, а отчасти и вне этой связи,—на основании опыта применения действующих Т. У.,—претерпело изменения большинство параграфов Т. У., утвержденных VIII Съездом. В дальнейшем мы дадим мотивировку наиболее важным изменениям, внесенным в Т. У. VIII Съезда, не касаясь всех мелких и несущественных изменений, зачастую только редакционных, которых имеется значительное количество и останавливаться на которых значило бы только злоупотреблять временем Съезда.

## 1. Электрические характеристики изоляторов.

Утвержденные VIII Съездом Т. У. относились к изоляторам на 35 kV и выше. Они были составлены в предположении, что производство таковых изоляторов в СССР будет налажено в ближайшее время после утверждения Т. У. В то же время Т. У. для изоляторов на более низкие напряжения не были разработаны в виду того, что особых затруднений с их производством не предвиделось. Жизнь опровергла, однако, эти предположения. Производство изоляторов на напряжения выше 45—40 kV не налажено еще и до настоящего времени, а производство изоляторов до 35 kV, справившись с возникавшими вначале затруднениями, развивается вполне успешно. И для этих то изоляторов особенно остро потребовались Т. У. Поэтому Изоляторной Комиссии уж вскоре после VIII Съезда пришлось заняться разработкой Т. У. для изоляторов до 35 kV. Задача эта по существу сводилась к установлению коэффициентов электрической прочности, или коэффициентов запаса на разряд, как предлагается называть их теперь. Все прочие требования к изоляторам и методы испытаний оставались одинаковыми,

как для изоляторов выше, так и для изоляторов ниже 35 kV. При рассмотрении этого вопроса Изоляторная Комиссия пришла к решению о невозможности оставить постоянные коэффициенты запаса на разряд для всех рабочих напряжений. Это повело бы к тому, что для малых рабочих напряжений изоляторы были бы слишком слабы, а для больших напряжений—чрезмерно тяжелы и дороги. Руководствуясь обширным материалом заграничной практики по этому вопросу, Комиссия приняла переменные коэффициенты запаса на разряд для разных напряжений, вследствие чего оказалось необходимым дать таблицу разрядных напряжений для всех стандартизованных в СССР рабочих напряжений. Эта таблица была утверждена ЦЭС в 1925 году и практика применения ее за эти годы показала, что она удовлетворяет как потребителя, так и производственника.

По поводу этой таблицы следует заметить, что для линейных изоляторов в ней дается два значения для сухого и мокрого разрядных напряжений—минимальное и рекомендуемое. Первое определяет минимальный для средних условий предел коэффициентов запаса, итти ниже которого рискованно, вследствие возможности частных разрядов на линии и связанных с ними перерывов в подаче энергии. Второе определяет собою тот уровень изоляции, который обеспечивает хорошую работу электропередачи. Эти два коэффициента запаса указывают те пределы, между которыми могут быть взяты изоляторы для данной линии, в зависимости от наличия денежных средств и степени важности линии.

Принимая переменный коэффициент запаса на разряд, Комиссия в то же время сохранила постоянную величину для коэффициента запаса на пробой, оставив эту величину такой же, как и в утвержденных VIII Съездом Т. У. Это вполне понятно, так как коэффициент запаса на пробой определяется, главным образом, «коэффициентом импульса» изолятора, который зависит от формы изолятора, но не зависит от его рабочего или разрядного напряжения.

Укажем еще, что из Т. У. исключены всякие требования относительно коронного напряжения изоляторов, в виду того, что эта характеристика не имеет большого значения для оценки изоляторов, а связать ее с рабочим напряжением изоляторов в некоторых случаях (напр., для штыревых изоляторов) весьма трудно.

## 2. Механические и физические требования, предъявляемые к изоляторам.

Механическую прочность изоляторов утвержденные VIII Съездом Т. У. связывали с теми механическими усилиями, которые имеют место на обслуживаемых ими линиях. ЦЭС признал желательным подойти к этому вопросу с другой точки зрения, связав механическую прочность только с типом и размерами изоляторов и предоставив потребителю самому выбирать нужные ему механические качества изоляторов, считаясь с требованиями своей линии. При этом было предположено, что нормированный Т. У. VIII Съезда коэффициент механической прочности изоляторов будет перенесен в нормы для механического расчета линий передачи.

Чрезвычайно суровые требования, предъявлявшиеся в Т. У. VIII Съезда к теплоупорности изоляторов (замораживания после недельного пребывания в воде и охлаждение в углекислоте) в предлагаемых Т. У. исключены, вследствие их нежизненности.

Равным образом, исключены и требования в отношении воздействия вольтовой дуги и искровых разрядов,—первое, вследствие большой трудности его осуществления, а второе,—вследствие излишнего затягивания испытаний.

Наконец, исключены и требования, предъявлявшиеся в Т. У. VIII Съезда к однородности изоляторов в механическом и электрическом отношении. Эти требования имеют малое значение, так как для такого материала, как фарфор, невозможно ставить узкие пределы для однородности, если же поставить достаточно широкие пределы—то теряет смысл самое требование.

## 3. Методы и порядок испытаний.

В эти отделы внесено немного существенных изменений.

Заслушивают упоминания изменения в методах определения мокрого разрядного напряжения и пористости. По Т. У. VIII Съезда мокрое разрядное напряжение должно было определяться с водою, удельное сопротивление которой равно 12 000 Ω/cm.$^3$ Такую воду не всегда можно иметь при испытании, а потому в предлагаемые Т. У. введена таблица для пересчета мокрого разрядного напряжения, получаемого при различном удельном со-

противлении воды, к нормальным условиям (т. е. к воде с удельным сопротивлением 12 000 Ω/cm.$^3$).

Метод определения пористости фарфора не был внесен в Т. У. VIII Съезда, в виду недостаточной ясности этого вопроса во время разработки этих Т. У. Произведенные затем опыты и данные заграничной практики дали возможность установить и внести в Т. У. определенные методы испытания пористости, а именно, метод пропитки под давлением и аммиачный метод проф. В. В. Скобельцына.

Оба эти метода введены в Т. У. альтернативно, в виду того, что до настоящего времени не может считаться решенным вопрос о том, какой из них следует предпочесть.

Испытание на пористость не сделано обязательным при типовом и приемочном испытании, но оно, зато, введено в текущее производственное испытание, где, по существу дела, как раз и есть его главное место.

### 4. Т. У. для станционных изоляторов.

Весьма существенным является дополнение Т. У. VIII Съезда нормами для опорных и проходных (по терминологии предлагаемых Т. У.—«станционных») изоляторов. Необходимость в этих нормах очень живо ощущается в настоящее время, как изоляторными заводами, так, в особенности, электро-аппаратными и электро-машиностроительными заводами.

Технические условия для станционных изоляторов были составлены ГЭТ'ом и через Главэлектро были переданы на рассмотрение в ЦЭС. Изоляторная комиссия подвергла проект ГЭТ'а весьма тщательному рассмотрению и переработке, после чего он был объединен с Т. У. на линейные изоляторы. Окончательная редакция Т. У. была согласована с ГЭТ'ом.

Наиболее существенные вопросы, связанные с этим дополнением, заключаются в установлении электрических характеристик для станционных изоляторов и тех напряжений, до которых следует нормировать изоляторы. И по первому и по второму вопросу в Изоляторной Комиссии были большие и длительные дебаты, в результате которых удалось прийти все же к довольно единодушным решениям. По вопросу об электрических характеристиках Изоляторная Комиссия приняла следующие положения.

1. Нежелательно иметь разряды на шинах подстанции, а потому разрядные напряжения для станционных изоляторов должны быть не ниже разрядных напряжений линейных изоляторов.

2. Разрядное напряжение станционных изоляторов должно быть по крайней мере на 20% выше испытательного напряжения соответствующей аппаратуры, во избежание разрядов при испытаниях.

3. Для станционных изоляторов нежелательно устанавливать два предела—минимальный и рекомендуемый—для разрядного напряжения, так как это очень осложнит производство аппаратных заводов. Поэтому устанавливается только минимальное разрядное напряжение.

Следствием принятия этих положений явилось то, что для станционных изоляторов приняты те же минимальные разрядные напряжения, что и для линейных изоляторов.

Возбудил некоторые сомнения и вопрос о коэффициенте запаса на пробой, были голоса в пользу понижения этого запаса для проходных изоляторов. В конце концов, Изоляторная Комиссия не нашла все же возможности понизить этот коэффициент запаса, и он принят равным 1,5.

При установлении тех напряжений, на которые должны быть нормированы станционные изоляторы, представители аппаратных заводов высказывали пожелание, чтобы эти нормы были установлены для напряжений по крайней мере в 120 kV. Комиссия не решилась однако итти так далеко, принимая во внимание отчасти то, что в СССР до сих пор производство станционных изоляторов на напряжения выше 35—40 kV еще не поставлено, отчасти же то, что для напряжений выше 35 kV всегда строятся проходные изоляторы не чисто фарфоровые, а фарфоровые с заполнением компаундом или маслом, конденсаторные и т. п., требующие разработки совершенно особых Т. У. Поэтому нормы для станционных изоляторов ограничены напряжением 35—40 kV.

Цена — 50 коп.

Для членов Съезда — бесплатно.

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.557. Тираж 1.700 экз. 2½ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Технические условия на поставку нефтяного масла для трансформаторов и высоковольтных выключателей.

Проект норм напечатан в Сборнике Электротехнических Правил и Норм, изд. 1925 г. стр. 268 и изд. 1927 г. стр. 338.

XXII Сессией Пленума Центрального Электротехнического Совета 1927 года в данный проект внесены следующие изменения:

В параграфе 20-м следует читать в последнем разделе: «как число миллиграмов КОН».

§ 21. Определение золы.

Навеска масла от 30 до 50 g в платиновом или фарфоровом тигле, предварительно прокаленном до постоянного веса и взвешенном на точных весах, осторожно выпаривается. После этого, накрыв тигель крышкой так, чтобы в него был доступ воздуха, прокаливают тигель сильным пламенем на простой горелке (без поддувания при помощи мехов) до полного исчезновения угля. По охлаждении тигль взвешивают.

Примечание: В случае спорных результатов при испытании в фарфоровом тигле, испытание повторяется в платиновом тигле.

§ 23. Определение температуры застывания.

В обычных случаях температура застывания определяется следующим методом:

Определение температуры застывания масла производится замораживанием в охлаждающей среде 25 $cm^2$ масла, налитых, в тонкостенную пробирку (стеклянную), снабженную термометром-проходящим через пробку пробирки так, чтобы шарик его находился в центре масла. Пробирка с маслом помещается во вторую пробирку большого диаметра, которая погружается в охлаждающую смесь. При каждом падении температуры на 5°C, вынимают пробирку с маслом, отклоняют ее быстро на 15° от вертикали и смотрят, изменяется ли поверхность масла. Когда температура

масла упадет ниже 0°С, производят это при каждом падении температуры на 2°С. Когда поверхность масла при отклонении не изменяется, следует осторожно стукнуть дном пробирки о ладонь. Если в этом случае уровень не изменится, то температура застывания достигнута.

В случаях, требующих более точного определения температуры застывания, применяются следующие методы:

В пробирку наливают испытуемое масло так, чтобы оно не запачкало ее стенок выше уровня масла. В пробирку помещают вертикально при помощи пробки термометр, нижняя часть которого под шкалой вытянута в очень узкую трубку так, чтобы ртуть термометра приходилась в середине взятой пробы. Пробу охлаждают в холодильной смеси до — 18°С и оставляют ее при этой температуре на 10 минут. Затем наклоняют пробирку под углом в 45° и дают стоять еще 5 минут. После этого вынимают пробирку и смотрят на уровень масла, изменил ли он свое положение. Когда температура застывания масла находится на границе около минус 18°С, то наклоняют пробирку сильнее на 50—60°. Если масло застыло при—18°С, то берут новую пробу и смотрят при минус 15°. Если масло застыло, то пробуют дальше при минусе 10°, и т. д. Так поступают до тех пор, пока не найдут температуру, при которой уровень масла по вынутии из холодильной смеси остается в наклонном положении.

## Пояснение к техническим условиям на поставку нефтяного масла для трансформаторов и высоковольтных выключателей.

Предлагаемые на утверждение Съезда Т. У. на масла для трансформаторов и выключателей представляют собою результат переработки утвержденных VIII Съездом Т. У., произведенный Изоляторной Комиссией ЦЭС. Переработанные Т. У. были согласованы с Нефтесиндикатом и одобрены ЦЭС'ом. Наиболее существенные отличия новых Т. У. (предлагаемые на утверждение Съезда Т. У. мы будем называть в дальнейшем «новыми», в противоположность «старым»—утвержденным VIII Съездом) заключаются в объединении требований, предъявляемых к трансформаторным и выключательным маслам, исключении некоторых, несущественных требований (удельный вес, проба на растворение в бензине, потеря на испарение) и введении новых (зольность). Кроме того, в методы испытаний введены указания относительно занятия пробы, а самые методы испытаний изложены гораздо детальнее.

Рассмотрим введенные изменения по отдельным параграфам при чем за основу возьмем новые Т. У.

А. Требования, предъявляемые к маслу.

В § 1 внесены лишь небольшие, редакционно-стилистически изменения, не изменяющие содержания этого параграфа.

§ 2 остался без изменений, как был в старых Т. У.

§ 3 старых Т. У. исключен, отчасти в виду его малой ценности, отчасти же потому, что оно покрывается другими испытаниями, главным образом испытанием на осадок.

Поэтому § 3 новых Т. У. представляет собою измененный § 4 старых. Изменение заключается в том, что требование освинцованной внутри посуды заменено требованием посуды оцинкованной или луженой. Изменение вызвано большей трудностью и дороговизной изготовления освинцованной посуды. Это изменение соответствует современной практике Европы и Америки.

§ 4 вводит разделение изолирующих масел на 2 сорта. Вопрос о применении одного, или более, чем одного сорта масел подвергается оживленному обсуждению, как в СССР, так и за границей. Потребители желают иметь более, чем один сорт масла, представители нефтепромышленности стремятся сократить число вырабатываемых ими сортов масел и предлагают обойтись одним сортом. Изоляторная Комиссия стояла на той точке зрения, что изготовление 2 сортов масел не будет чрезмерно обременительно для заводов (в большинстве стран за границей нормируются 2 сорта, а в некоторых — три и даже четыре сорта масел). В то же время это позволит в крупных современных трансформаторах применять более легкое и менее вязкое масло, которое затруднительно рекомендовать во всех случаях. Это тем более просто для нефтепромышленности, что на складах она всегда может держать только один сорт масла, т. к. второй сорт (более легкий) будет требоваться более редко и крупными партиями, которые всегда можно изготовить по особому заказу.

§ 5 этот параграф устанавливает температуру вспышки для двух сортов масла, соответственно делению §4. Температура вспышки масла снижена сравнительно с требованиями старых Т. У., так как современная практика показала полную допустимость и целесообразность применения более легких (и обладающих более низкой температурой вспышки) масел. В то же время Изоляторная Комиссия признала излишним существование особого сорта масла для выключателей, т. к., условия его работы, с точки зрения нагревания и возможной вспышки, при нормальной работе выключателей мало отличаются от условий работы масла в трансформаторах. В случае же аварии—всякое, самое тяжелое масло может загореться так же скоро, как и легкое.

Существовавший в старых Т. У. под № 5 параграф, определявший удельный вес масла, исключен, т. к. эта величина совершенно несущественна для изолирующих масел.

§ 6 вязкость масла несколько понижена, в связи с понижением температуры вспышки.

§ 7 отличается от соответствующего ему § 8 старых Т. У. только редакционно, вследствие того, что детали относительно устройства и расположения электродов отнесены в методы испытаний. Примечание к этому параграфу, бывшее в старых Т. У.,

исключено, т. к. Изоляторная Комиссия пришла к убеждению о необходи ости испытывать масло в том виде, как оно доставлено. Испытание масла на пробой по существу дела представляет собою испытание на содержание влаги и загрязнений в масле. Сухое, чистое масло всегда даст хорошее пробивное напряжение. Поэтому Комиссия считает, что требование достаточноей электрической прочности масла, есть, по просту говоря, требование поставки сухого и чистого масла, которое потребитель вправе предъявить к нефтепромышленности.

§ 8 представляет собою первую часть бывшего § 9. Он отличается от прежней редакции тем, что вместо требования отсутствия серы вообще теперь введено требование отсутствия активной серы. Этим добавлением подчеркнуто то обстоятельство, что в масле не должно быть свободной серы, или серы в таких соединениях, в которых она связана слабо. В таком виде сера можем вредно действовать на масло и на изоляцию и металл приборов, погруженных в масло. Присутствие же в масле серы (в ничтожных, конечно, количествах) в виде прочно связанных соединений, не могущих оказывать такого вредного влияния, может быть допущено. Практически, в самых лучших образцах масла точный количественный анализ всегда обнаруживает незначительное содержание серы, и не говорить, что требуется отсутствие только активной серы, значило бы забраковать все существующей сорта масел.

Вторая часть бывшего § 9 образовала § 9 новых Т. У. Здесь внесено изменение в способ выражения содержания органических кислот—в то время, как раньше содержание органических кислот выражалось в процентах $SO_3$, теперь оно выражается в mg KOH, необходимых для нейтрализации определенного количества масла. Определение кислотности при помощи KOH введено, как более современное, и признанное как химиками СССР, так и громадным большинством заграничных Т. У.

Нововведением является § 10, устанавливающий требования относительно зольности масла. В заграничных Т. У. это требование встречается редко, но Изоляторная Комиссия признала полезным ввести его, так как оно учитывает содержание в масле механических примесей, как органического, так и неорганического происхождения, а также мыл. Эти мыла, остающиеся иногда в масле после его промывки, обладают сильной гигроскопичностью, и могут

способствовать поглощению маслом влаги. Естественно, поэтому, стремление избежать их присутствия в масле откуда и возникает необходимость в проверке содержания в масле мыл. Определение зольности дает достаточные указания на содержание мыл.

§ 10. Старых Т. У. (потери на испарение) исключен, так как эта величина не является существенной для определения качества масла. Кроме того, испаряемость масла тесно связана с его температурой вспышки, так что по температуре вспышки вполне можно судить об испаряемосли масла.

§ 11. изменен, и редакционно, и в отношении нормы для осадка—эта норма понижена, так как многочисленные испытания русских нефтяных масел показали, что в старых Т. У. она была слишком велика. Вопрос об определении способности давать осадки в трансформаторных маслах продолжает быть боевым, и на нем остановимся несколько подробнее, говоря о методах испытания.

§ 12. устанавливающий температуру застывания масла, в старых Т. У. существовал только для выключательного масла. Так как теперь разделение масел на трансформаторные и выключательные уничтожено, то этот пункт является обязательным и для трансформаторного масла. Конечно, для трансформаторов низкая температура застывания масла не так важна, как для выключателей. Поэтому в Т. У. внесено примечание, допускающее в трансформаторах, работающих в закрытых помещениях, применение масел с более высокой температурой застывания. Незначительное повышение температуры застывания масла против старых Т. У. вызвано настоянием Нефтесиндиката, ввиду того, что по его данным температура минус 20° С является несколько низкой для масел из Эмбинских нефтей.

Имея в виду то обстоятельство, что при определении тех или иных физических или химических характеристик масла, можно получить весьма различные результаты в зависимости от примененного метода испытания, в Т. У. введен § 13, устанавливающий, что данные в Т. У. нормы справедливы только при испытании по приведенным в Т. У. методам испытаний.

## В. Методы испытаний.

§ 14. Вопрос о взятии пробы для испытаний является в высшей степени важным для такого продукта, как масло. Неправильно

взятая проба может дать совершенно неправильное представление о качестве масла. Ввиду этого, Изоляторная Комиссия ввела в Т. У. специальный параграф, устанавливающий способ взятия пробы. При этом, так как наиболее важными качествами масла являются его чистота и сухость, а механические примеси и влага, присутствующие в масле обычно отстаиваются на дне сосуда с маслом, Т. У. и предписывают забирать пробу со дна сосуда, который предварительно должен простоять сутки в спокойном состоянии, чтобы все примеси успели осесть. Особенное внимание обращается также на абсолютную чистоту забирных трубок и пробных бутылок, так как присутствие в них малейшей сырости или загрязнений может в конец испортить взятую пробу.

§§ 15 и 16 представляют значительно более подробное изложение метода испытания, соединенное с описанием приборов, чем это было в старых Т. У.

Точно также, и § 17 дает гораздо более подробнде описание разрядника и метода испытания масла на пробой, так как многочисленные исследования, произведенные по почину Изоляторной Комиссии в Ленинградских Лабораториях (Политехнического и Электротехнического Институтов) показали, что только при совершенно одинаковых условиях опыта можно получить в двух местах, или даже в одном месте через некоторый промежуток времени, одинаковый результат при испытании масла на пробой. Ввиду этого, метод испытания описан в Т. У. с большими деталями, в последовательность операций при испытании указана совершенно точно.

§ 18 представляет собою несколько более подробное описание метода, данного в старых Т. У.

Без изменений остался § 19—испытание на отсутствие активной серы.

Несколько более подробное описание метода дает также § 20—определение кислотного числа.

§ 21 дает описание метода определения содержание золы, введенного в новые Т. Т.

§ 22 дает метод определения способности масла давать осадки. Вопрос о методе этого испытания до настоящего времени остается больным и спорным, как в Европе, так и в Америке. Большое количество исследований, производившихся за последнее время

в разных странах, в том числе и у нас, в СССР осветили некоторые стороны вопроса, но все еще не дали окончательного и общепризнанного решения его. Ввиду этого, Изоляторная Комиссия, приняв за основу тот метод, который был дан в старых Т. У., внесла в него лишь те поправки и изменения, которые казались бесспорными.

Определение процента осадка по объему как показали произведенные в Ленинграде испытания, являются недостаточно надежным. Поэтому от него было решено откасаться, и из новых Т. У. оно исключено. Далее, окисление масла чистым кислородом заменено окислением его воздухом. Эта замена сделана ввиду того, что состав осадка, получаемый при окислении масло чистым кислородом. отличается от осадка, получаемого при окислении воздухом. Исследования, произведенные в Англии показали, что в последнем случае осадок получается более близким к тому, который наблюдается в действительности в трансформаторих. Аналогичные наблюдения были сделаны также в Германии и Америке. Скорость продувания воздуха сквозь масло уменьшена, и выбрана на основании данных специально поставленных Изоляторной Комиссией опытов. В качестве катализатора оставлена медь, но применявшаяся по старым Т. У. медная сетка заменена тонкой полированной медной пластинкой, так как она дает более устойчивые результаты.

Кроме указанных выше изменений, описание метода определения осадка дано в новых Т. У. значительно подробнее, чем в старых, а также детально описана вся аппаратура, применяемая при испытании.

Определение осадка по методу окисления масла продуванием воздуха требует очень много времени. Для того, чтобы получить ориентировочные цифры в более краткий срок, в германских Т. У. на изолирующие масла введен, кроме нормального, длительного. метода определения осадка, еще сокращенный. По образцу германских Т. У. этот сокращенный метод Изоляторная Комиссия ввела в новые Т. У. Здесь окисление масла достигается действием на него перекиси натрия. Конечно, этим методом опроделяется не совсем то, что дает основной метод, а потому не исключена возможность расхождения между результатами основного и сокращенного метода. Испытания, произведенные Изоляторной Комиссией пред введением этого метода в Т. У., дали довольно близкое со-

ответствие между результатами испытания по тому и другому методу. Однако, испытания, произведенные в самое недавнее время в Москве, как будто бы дают указания на ненадежность сокращенного метода. Если полученные в Москве результаты подтвердятся— придется поставить на очередь вопрос о пересмотре Т. У. и об отказе от сокращенного метода.

Определение температуры застывания масла (§ 23) изменено по сравнению со старыми Т. У., вследствие того, что старый менод давал не вполне надежные результаты. Предлагаемый метод значительно уменьшает влияние на результат субъективного элемента, а потому является более современным и точным. При рассмотрении этого вопроса в пленуме ЦЭС было решено сохранить также и старый метод, допустив его в тех случаях, где не требуется большой точности для этого испытания.

При рассмотрении Технических Условий на изолирующие масла, нельзя не коснуться одного вопроса, который может оказать некоторое влияние на принимаемые в отношении их Т. У. решения. Это—вопрос о международной стандартизации норм и методов испытания изолирующих масел, который поставлен и которым уже 2 года занимается Международная Электротехническая Комиссия. Для СССР, как для страны, вывозящей нефтяные иродукты, несомненно важно, чтобы вывозимые ею продукты были на высоте заграничных требований. Поэтому перед утверждением Т. У. на изолирующие масла следует сравнить их с существующими заграничными Т. У., с целью, во-первых, выяснить, поскольку требования русских Т. У. уступают заграничным, или наоборот, превосходят их, и во-вторых, поскольку возможна унификация Т. У. на изолирующие масла в международном масштабе без ущерба для интересов СССР. Сравнение требований, предъявляемых к маслу техническрми условиями СССР и других стран выполнено в помещенных ниже таблицах, нумерация коих соответствует нумерации параграфов предлагаемых на утверждение Съезда Т. У., за исключением двух последних (XIII и XIV) в которых проведено сравнение по пунктам еще остающамся во многих заграничных Т. У., но исключенным из русских Т. У.

Как видно из приведенных таблиц, по первым трем параграфам требования всех сходятся почти буквально. Поэтому здесь легко может быть достигнуто объединение норм в международном масштабе.

Что касается до числа сортов масла (§ 4), то таблица IV показывает нам, что большинство стран нормирует 2 или более сорта масла. Тем не менее в Международной Электротехнической Комиссии вполне определенно наметилась тенденция установить международными нормами один сорт масла, при чем намечаемая температура вспышки для этого масла 145° С при испытании по методу Мартенс-Пенского. Эта температура стоит посредине между температурами соответствующих сортов А и Б русских Т. У. Таким образом, сорт 3 прямо удовлетворяет этому требованию (не забудем, что новые Т. У. дают допуск в 5°С в сторону понижения). С температурой вспышки тесно связана вязкость масла и говоря о первой, всегда следует помнить о второй. Если посмотреть на цифры вязкости в табл. VI, легко убедиться, что установленная новыми Т. У. норма вязкости для сорта Б немного ниже принятой в большинстве стран. Таким образом, и по этому пункту унификация может быть проведена без ущерба для СССР.

Вопрос об испытании электротехнической прочности Международной Электротехнической Комиссией еще только поставлен на очередь. По этому пункту требования Т. У. разных стран очень близки, и следовательно, можно предположить, что нормы унифицированных Т. У. не будут существенно отличаться от требований русских Т. У. По § 8 требования всех Т. У. достаточно единодушны.

Но по § 9 в Т. У. некоторых стран содержатся требования более суровые, чем предписано новыми Т. У. Поэтому, если в унифицированных Т. У, будет принята эта более суровая норма, русским заводам придется подтянуться.

В отношении зольности масла требования новых Т. У. выше требований Т. У. других стран, так что унификация нам не страшна.

Наибольшая разноголосица замечается в вопросе об определении осадка. Здесь чуть ли ни в каждой стране свой метод и свои нормы.—Это лишний рзз показывает, что вопрос еще недостаточно выяснен, основные положения его еще не выкристаллизировались и не приняли твердых общепризнанных форм. Унификация по этому пункту будет достигнута с наибольшим трудом. Это видно и из того, что Международная Электротехническая Комиссия уже

2 года занимается этим вопросом, а он еще почти не сдвинут с места. Мы полагаем, поэтому, что строить какие-либо предположения относительно унификации Т. У. по этому пункту пока преждевременно.

Температура застывания по нормам большинства стран выше, чем в новых Т. У. Однако, при унификации возможно ожидать понижательной тенденции, с ориентировкой на величину минус 20°С. В этом случае придется или настаивать на принятии величины, нормированной нашими новыми Т. У., чего вероятно, не трудно будет добиться, или же, в крайнем случае, ограничить экспорт бакинскими маслами, дающими обычно, более низкую температуру застывания чем Эмбинские. Вопрос разрешится вполне благополучно, если температура застывания будет принята с допуском + 5°С, как это принято во многих Т. У. Метод испытания в большинстве Т. У. отличается лишь незначительными деталями от принятого в новых Т. У.

Представленная в таблице XIII сводка требований разных Т. У. относительно испаряемости масел свидетельствует о большом разнообразии требований по этому пункту. Этот параграф является отживающим свой век. Во всяком случае, если в унифицированные Т. У. и войдет требование относительно испаряемости масла, можно с увереноостью сказать что сорт Б новых Т. У. этому требованию удовлетворит, так как его температура вспышки выше предположенной в унифицированных Т. У.

Требования, относящиеся к удельному весу, одинаковы во всех Т. У., где они еще сохранились. Пределы, даваемые для удельного веса в этих Т. У. так широки, что в них уложится любое трансформатороне масло какого угодно происхождения. И по существу и по широте пределов, эта норма ничего не дает, и надо надеяться, что в унифицированных Т. У. она фигурировать не будет.

Подводя итог произведенному сравнению, мы можем констатировать, что требования новых Т. У. почти всегда не уступают а в некоторых случаях—превосходят требования большинства заграничных Т. У. Это вполне естественно, так как русские масла всегда высоко ценились на международном рынке. Поэтому можно с большой долей уверенности утверждать, что при международной унификации Т. У. не изолирующие масла, от предлагаемых на утверждение Съезда Т. У. не потребуется сколько-нибудь значительных жертв.

*Таблица 1*

## О Б Щ И Е  Т Р Е Б О В А Н И Я.

| СССР | Америка | Англия | Бельгия | Германия | Испания | Италия | Норвегия | Франция | Швейцария | Швеция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| В качестве масла для трансформаторов и высоковольтных выключателей должно применяться только чистое, хорошо рафинированное масло без примеси каких-либо других веществ. | Масла должны приготовляться только из нефтяных продуктов высокой степени очистки, быть свободными от животных и растительных масел и жиров, а также продуктов их переработки, и быть во всех отношениях пригодными для целей изоляции. | Масло должно быть чистое углеводородное (минеральное), прозрачное и вполне свободное от влаги и других веществ, способных ухудшить его изолирующие качества. | Масло должно быть минерального происхождения, хорошо рафинированное, свободное от влаги. | Только рафинированные минеральные масла должны применяться для трансформаторов и высоковольтных выключателей. Сланцевые и смоляные масла не предусматриваются этой спецификацией. | Масло должно быть практически свободное от влаги. Все испытания, каковы-бы они ни были, должны быть произведены с маслом в том состоянии, как оно получено без предварительной осушки-фильтрации. | — | — | Масло должно быть чистым минеральным маслом, полученным фракционной перегонкой, и должно быть практически свободно от воды.<br>Далее даются способы обнаружения присутствия воды в масле и описывается сушка масла нагреванием. | — | Трансформаторные масла должны быть минеральными маслами, хорошо рафинированными, свободными от взвешенных твердых частиц и практически свободными от воды. |

*Таблица 2.*

## М Е Х А Н И Ч Е С К И Е  П Р И М Е С И.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масло не должно содержать механических примесей. Отстоя быть не должно. | — | | Масло не должно содержать никаких взвешенных частиц. | Новое масло должно быть практически свободным от механических примесей. | | Два куб. сант. масла растворяются в бензине. После того, как раствор отстоится в течение нескольких часов, его пропускают через фильтр, на котором и остается осадок. Перед тем, как брать два куб. сант. масла для испытания, масло должно быть хорошо взболтано. | — | — | Масло не должно содержать примесей, видимых невооруженным глазом, не должно быть мутным и не должно иметь слоистого вида ни при обычной температуре ни при 110° С. | Масло должно быть свободным от взвешенных твердых частиц. |

*Таблица 3.*

## У П А К О В К А.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масло должно доставляться в чистой, железной, луженой или оцинкованной, плотно закупориваемой посуде. | — | Масло должно доставляться в стальных бочках (22,7, 45,5 или 181,8 литра), смотря по требованию. Бочки должны быть закупорены так, чтобы исключить проникновение влаги. | Масло должно доставляться в стальных бочках, луженых внутри, которые должны быть вполне залиты, герметически закрыты и запечатаны. | Масло должно доставляться в цистернах или железных бочках, деревянные бочки не допускаются. | Рекомендуются стальные или железные, луженые внутри, сосуды. | Масло должно доставляться в железных бочках. | В качестве посуды должны применяться только цистерны, стальные бочки и герметически закрытые бидоны или жестянки. | Масло должно доставляться преимущественно в металлической посуде. | — | Масло должно доставляться в железных бочках, предохраненных от ржавчины или в жестяных бидонах. Деревянные бочки не должны применяться. Бочки должны быть герметически закрыты, чтобы помешать проникновению влаги. |

*Таблица 4.*

## Ч И С Л О  С О Р Т О В  М А С Л А.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Сорт А — применяется в трансформаторах с контролем температуры.<br><br>Сорт В — применяется в трансформаторах без контроля температуры и в масляных выключателях. | | Сорт А — применяется в трансформаторах, в которых рабочая температура масла, измеренная по термометру, более 80°С и в масленниках, в которых температура превосходит 70°С, не работающих на холоду.<br><br>Сорт В — применяется в трансформаторах, в которых рабочая температура обычно не превышает 75°С, и в масленниках, не работающих в условиях, требующих применения сорта А.<br><br>Сорт С — применяется в масленниках, работающих на холоду. | Один сорт | Один сорт. | Один сорт для трансформаторов и один для выключателей. | Один сорт для трансформаторов и один сорт для масляных выключателей. | Один сорт для трансформаторов и один сорт для масляных выключателей. | Один сорт для трансформаторов.<br>Для масляных выключателей особых Т. У. нет. | Один сорт | Четыре сорта. Сорт. А имеет температуру замерзания минус 5°С и имеет два подразделения. Одно имеет процент осадки 0,12%, а второе—0,25%. Сорт имеет температуру замерзания минус 30°С и имеет тоже два подразделения по проценту осадка. |

*Таблица 5.*

## ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ.

| | СССР | Америка | Англия | Бельгия. | Германия | Испания | Италия | Норвегия | Франция | Швейцария | Швеция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Температура вспышки . | Сорт А—140°С<br>» Б—155°С | 143°С | Сорт А—177°С<br>» В и С—155°С | 170°С | 145°С | Трансф. 160°С<br>Выкл. 150°С | 140°С | 145°С | 160°С | 145°С | 145°С |
| Температура горения . | Не определяется. | — | — | 190°С | — | Трансф. 180°С<br>Выкл. 160°С | 160°С<br>(Маркуссон) | — | 180°С | — | — |
| Прибор . . . . . | Пенски-Мартенс. | Клиленд (откр.) | Пенски—Мартенс. | Пенски—Мартенс. | Маркуссон (откр.) | Пенски—Мартенс | Пенски—Мартенс | Маркуссон (откр.) | Лушер | Маркуссон (откр.) | Пенски—Мартенс |
| Допуски . . . . . | —5°С | — | —5°С | — | — | — | — | —5°С | 10°С | — | —5°С |

*Таблица 6.*

## ВЯЗКОСТЬ.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Вязкость при 15,5°С . . | — | — | Сорта А и Б 175—250 sec (6,1°—8,6°Е)<br>Сорт С—300 sec (10,4°Е) | — | — | — | — | — | — | — | — |
| » » 20°С . | — | — | Сорта А и Б—145—195 sec (5,0°—6,8°Е)<br>Сорт С—250 sec (8,6°Е) | 8,0°Е | 8,0°Е | 8,0°Е | Трансф. 8,0°Е | 8,0°Е | — | 8,0°Е | 8,0°Е |
| » » 37,8°С . . | — | 95—110 sec 2,72°—.312°Е) | — | — | — | — | Выкл. 10,0°Е | — | — | — | — |
| » » 50°С . . . | Сорт А—1,8°Е<br>» Б—2,3°Е | — | — | 2,5°Е | — | 2,5°Е | — | — | 2,5°Е | — | — |
| » » 60°С . . . | — | — | Сорта А и Б 45—50 sec (11,6°—1,8°Е) | — | — | — | Трансф. 2,5°С | — | — | — | — |
| » » 75°С . . . | — | — | — | 1,5°Е | — | 1,5°Е | Трансф. 1,5°Е | — | — | — | — |
| Прибор . . . . . | Энглер | Сэбольд | Редвуд | Энглер | Энглер | Энглер. Допускается и другие вискозиметры при условии точного пересчета результатов на град. Энглера. | Энглер | Энглер | — | Энглер | Энглер |

*Таблица 7.*

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ МАСЛА.

| | СССР | Америка. | Англия. | Бельгия. | Германия. | Испания. | Италия. | Норвегия. | Франция. | Швейцария. | Швеция. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Осушка и фильтрация пробы. | — | — | | — | — | — | Электрическое испытание после нагреван. при 110° С в течен. 6 час. и фильтр. | — | Испытан. должно производиться без предварительной фильтрации. | — | Испытание после осушки и фильтрации или до осушки и фильтр. |
| 2. Забор пробы. | Со дна сосудов, в которых масло доставляется. 24 час. спокойное отстаивание масла пред взятием пробы. | — | Так же как и в нормах СССР. | — | Проба забирается из того места, где находится наибол. низкая подверженная напряжению часть. | — | — | — | Потребитель наполняет сосуд покупаемым маслом, взбалтывает забранное в сосуд масло и берет пробу. | — | — |
| 3. Взбалтывание пробы перед наполнением разрядника. | Пред началом испытания проба должна быть хорошо взболтана. | — | Образцы должны быть основательно взболтаны пред испытанием. | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4. Время от момента взбалтывания и наполнения разрядника до приложения напряжения. | 15 мин. | — | — | — | До приложения напряжения масло должно простоять спокойно в испытательном сосуде 10 мин. | — | — | Масло должно оставаться в спокойном состоянии в испытательном сосуде по крайней мере 10 м., для того, чтобы пузырьки воздуха могли выделиться. | Указывается сильное влияние, но не нормируется. | — | — |
| 5. Начальное напряжение. Скорость регулирования. | Около $^1/_3$ предполагаемого пробивного. Скорость регулирования 1—2 kV/sec. | Равномерн. скорость, приблизительно 3 kV/sec. | Около $^1/_3$ предполагаемого пробивного. Скорость, допускающая точный отсчет пробивн. напряжения по приб. | 12 kV. 1 kV. в 5 сек. | Длительность изменения напряжения или расстояния между электр. прибама. 20 сек. | 1 kV/sec. | Достаточно быстрая регулировка, допускающая точный отчет по приб. | — | — | Образец должен выдерж. 30 kV. в течение 30 мин. | — |
| 6. Огранич. тока короткого замык. при пробе. | Около $^1/_{10}$ Ам. | — | — | — | 0,5 А. | — | — | Огранич. посредством последоват. включен. емкости 30 . 10—5 μ F. | — | — | — |
| 7. Получение пробивного напряжения по результатам опыта. | Среднее из 5 последовательн. пробоев при одном наполнении испытательн. сосуда. Случайная одиночная искра в расчет не принимается. Пробой устанавливается по возникновении дуги между электродами. | При каждом наполн. производится 5 пробоев. Испыт. должно продолж. до тех пор, пока ни одно из средн. по меньшей мере 3 наполнений не будет отклоняться от общего их средн. более, чем на 10%. Пробой установ. по возникновен. продолжительн. разряда. | Масло счит. удовлетворяющим, если 2 пробоя из 3 последоват. при одном наполн. испыт. прибора дают значение не менее 22 kV. Пробой устанавливается по образованию дуги между электродами. | Среднее из 6 пробоев. Пред каждым испытанием тщательно чистится прибор. Пробоем считается возникновение первой искры, хотя бы слабой и быстро проходящей. | Производится 6 испытаний на пробой при одном наполнении. Результат первого пробоя не принимается во внимание. Пробивным напряжением считается среднее из пяти последних пробоев. | Берется среднее из трех испытаний на трех образцах одного и того же масла. | Среднее из испытател. трех проб того же масла. Ни одного пробоя не должно быть ниже 33 000 V. Осушенные пробы после 48 ч. стояния на воздухе 70% влажности не должны понижать свое пробивн. напряжен. больше чем на 50%. Пробой устанавл. по возникн. продолжит разряда. | Испытательное напряжение прилагается 5 раз и берется среднее пробивное напряжение. | — | Одно испытание. | Среднее из пяти испытаний. |
| 8. Испытательный прибор: | | | | | | | | | | | |
| а) Ось искрового промежутка. | Горизонтальна. | Горизонтальная. | Горизонтальна. | Вертикальна. | — | Горизонтальна. | Горизонтальна. | Горизонтальна. | — | — | Вертикальна. |
| б) Длина искрового промежутка. | 2 5 mm. | (2,54 mm.) 0,1 дм. | (3,81 mm.) 0,15 дм. | 2 mm. | 3 mm. или | 5 mm. | 5 mm. | (2,54 mm.) 0,1 дм. | 5 mm. | 5 mm. | 5 mm. |
| в) Электроды. | Диски диам. 25 mm. Радиус закругления кромок 2 mm. | Диски диам. (25,4 mm.) 1 дм. Кромки не закругл. | Шары диам. (12,7 mm.) 0,2 дм. | Шары диам. 10 mm. | от 1,5—10 mm. Шляпки дм. 36 mm. Рад. шляпки 25 mm. | Шары диам. 10 mm. | Шары диам. 10 mm. | Диски диам. (25,4 mm.) 1 дм. Радиус закругления кромок 1 mm. | Шары диам. 12,5 mm. | Шары диам. 12,5 mm. | Шары диам. 12 mm. |
| и их материал. | — | Латунь или медь. | Сталь, латунь, фосфористая бронза. | Латунь. | Медь. | Латунь. | Латунь. | Латунь. | Латунь. | — | — |
| г) Глуб. погруж. электродов и их расстояние от стенок испытат. сосуда. | 15 мм. | Не менее 20 mm. выше верхней части диска. | Не менее 2 дм. от поверхности. | 100 mm. выше верхней части сферы. | Не менее 12 mm. | 50 mm. | — | — | — | — | — |
| д) Объем масла. | От 100 до 200 cm³. | — | 150 cm³. | — | Не менее 250 cm³. | — | 333 cm³. | — | 150 cm³. | — | — |
| 9. Температура масла при испытании. | 15—20°С. | 20—30°С. | 15—20° С. | 25° С. | 15—25° С. | 20° С. | 20° С | — | — | — | 15—25° С. |
| 10. Частота неотона. | — | — | 50 ∼. | 25 — 100 ∼ | — | 25 — 60 ∼ | 40—60 ∼ | — | Промышленная. | — | — |
| 11. Величина пробивного напряжения. | Не менее 22 kV. | Не менее 22 kV. | Не менее 22 kV. | Не менее 18 kV. | Не менее 17 kV. при 3 mm.) 60 kV/cm. | Не менее 40 kV. | Не менее 40 kV. | Не менее 22 kV. | Не менее 40 kV. | — | После осушки и фильтрац. 60 kV. До осушки и фильтрац. 30 kV. |

*Таблица 8.*

## ХИМИЧЕСКИЕ ПРИМЕСИ (НЕОРГАНИЧЕСКИЕ).

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Минеральные кислоты . | Не должно быть | — | — | — | Не должно быть. | Не должно быть. | Не должно быть. | — | — | Не должно быть. | Не должно быть. |
| Щелочи . . . . . | — | — | — | — | — | — | — | — | Не должно быть. | — | — |
| Сера . . . . . | — | Не должно быть. | Не должно быть. | — | — | — | — | — | — | — | — |

*Таблица 9*

## ХИМИЧЕСКИЕ ПРИМЕСИ ОРГАНИЧЕСКИЕ.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кислотное число . . . | 0,2 (считая на KOH). | 0,1 (считая на KOH). | 2,0 (считая на KOH.) | — | 0,2 (считая на KOH). | 0,2 (считая на KOH). | 0,25 (считая на олеиновую кислоту). | — | 0,02 (считая на $SO_3$). | (0,1 считая на KOH). | 0,05 (считая на олеиновую кислоту). |

*Таблица 10.*

## ЗОЛЬНОСТЬ МАСЛА.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,008% | — | — | — | 0,01% | — | — | | | | 0,01% |

Минимальные размеры проводов, установленные в различных странах, можно видеть из приложения.

Имея в виду значения удешевления воздушных линий для СССР, Комиссия находит возможным установить минимальный размер для медных проводов в 10 $mm^2$, понижая эту величину для линий низкого напряжения до 6 $mm^2$. Для железных проводов минимальное сечение, имея в виду ослабление проводов, вследствие ржавчины, устанавливается в 10 $mm^2$, как для линий высокого, так и для низкого напряжения. Для стальных и бронзовых проводов минимальный размер устанавливается в 6 $mm^2$, при условии, что разрывающий груз для них не меньше 60 $kg/mm^2$. Для алюминиевых проводов, за отсутствием в СССР достаточного опыта, Комиссия приняла германскую норму.

**§ 4.**—Параграф 4-й, соответствующий § 3 старых норм, определяет высоту подвески проводов над землей. Комиссия считала необходимым установить более определенно расстояния от наинизшей точки провода до поверхности воды при проходе над несудоходными и несплавными реками. Это расстояние Комиссия полагала бы установить не менее 5 m для низкого напряжения и 6 m для высокого напряжения, так как зимой по таким рекам часто происходит движение на санях. Так как, кроме того, необходимо учесть повышение уровня воды в половодье и чтобы избежать обрыва проводов предметами, уносимыми течением в половодье, Комиссия решила указать это расстояние, а именно не менее 3 m от наивысшего уровня воды в половодье.

Что касается высоты подвески проводов над дорогами разного рода, то Комиссия полагает, что она должна составлять не менее 6 m для низкого напряжения и не менее 7 m для высокого напряжения при пересечении дорог шоссейных или других подобных с оживленным движением. При пересечении дорог со слабым движением, как-то: полевых, проселочных, Комиссия полагала ограничиться нормальной высотой подвески в 5 — 6 m для низкого напряжения соответственно 6 m для высокого, тем более, что эти дороги часто меняют свое положение.

**§ 5.**—Параграф 5-й, соответствующий по существу § 4 старых норм, устанавливает средние величины для скорости ветров, температуры, толщины и удельного веса гололеда.

§ 6.—Параграф 6-й определяет способ подсчета давления ветра на провода и опоры в зависимости от скорости ветра. Коэффициент $\sigma$, входящий в формулу и определяемый старыми нормами в 0,09 для случая плоских поверхностей и в 0,045 для цилиндрических поверхностей, повидимому не соответствует результатам опытов и наблюдений, произведенных за последнее время. По данным Hove, Grasgoff, Longley, Buck и др. величина

для плоских поверхностей колеблется от 0,088 до 0,122
» цилиндрических поверхностей равна . 0,06 — 0,062

Комиссия обратилась с вопросом в Аэродинамический Институт, которым были сообщены следующие величины для коэффициент $\alpha$.

Для цилиндрических поверхностей

с диаметром в 3 mm . . . . . $\alpha = 0{,}075$
» » » 10 » . . . . . $\alpha = 0{,}068$
» » » 100 » . . . . . $\alpha = 0{,}046$
Для плоских поверхностей $\alpha$ . . $\alpha = 0{,}08$

Так как данные Аэродинамической Лаборатории получены как результаты опытов, производившихся в более или менее искусственной обстановке, и результаты эти вряд ли приложимы для тех условий, в которых находятся воздушные линии, то Комиссия, полагая, что вопрос этот требует дальнейшей проработки, сочла невозможным установить для коэффициента $\alpha$ две нормы, как это было и в существующих нормах:

Для плоских поверхностей . $\alpha = 0{,}09$
Для цилиндрических поверхностей. $\alpha = 0{,}06$

против соответствующих величин 0,09 и 0,045, указанных в старых нормах. В этом же параграфе имеется указание, отсутствовавшее в старых нормах, как надо вычислять давление ветра на решетчатые опоры. Вопрос этот был подвергнут подробному обсуждению, при чем первоначально предполагалось ввести в Нормы формулу, принятую во многих странах и рекомендуемую Конгрессом, как международную (см. приложение).

Но Комиссия в конце концов отказалась от своего намерения по следующим соображениям: правильность рекомендуемой Конгрессом формулы подвергается сомнению, так как в нее не входит

расстояние между решетками, что, конечно, должно иметь большое значение на уменьшение общего давления ветра на опору; изменение изгибающего момента для опоры от давления на нее ветра при расчете не имеет доминирующего значения, и снижение его на основании непроверенных опытом предположений, да при том же за счет усложнений расчета, является нецелесообразным, почему в § 6 и указано, что в расчет должны входить обе решетки.

**§ 7.**—Параграф 7-й определяет допускаемое напряжение для однопроволочных и многопроволочных проводов, при чем в таблице приведены средние величины для удельного веса, коэфф. линейного расширения, модуля упругости, временного сопротивления и проводимости материалов, наиболее употребительных для изготовления проводов. Данные этой таблицы несколько отличаются от соответствующих цифр, указанных в старых нормах, при чем новые цифры ближе подходят к данным последней германской нормы.

Особому обсуждению в Комиссии подвергался вопрос об установлении величины модуля упругости для многопроволочных проводов.

В практике применения стальных канатов полагают обычно, что модуль упругости каната составляет 0,6 – 0,8 модуля упругости проволоки.

Для многопроволочных проводов Kapper дает значение модуля, равное 0,8 модуля упругости проволоки.

Однако, новейшие весьма обстоятельные исследования упругих свойств многопроволочных проводов из меди, алюминия и стали, произведенные Национальной Физической Лабораторией в Лондоне (см. Journal of the Justitution of Electrical Engineers; сентябрь 1923 г.) показывают, что, если по выходе из завода многопроволочные провода и имеют модуль упругости, отличный от модуля упругости проволоки, то после нескольких последовательных испытаний провода под нагрузкой модуль упругости его повышается, приближаясь к модулю упругости проволоки. Подобные же явления, несомненно, будут иметь место и на линиях: после некоторого срока службы провода модуль упругости его возрастет, достигая значения модуля для проволоки.

Учитывая указанное обстоятельство, представляется желательным вести расчет многопроволочных проводов по наивысшему модулю, тем более, что применение при расчетах пониженного

модуля может вызвать некоторые перенапряжения провода при больших нагрузках и увеличение стрел провеса при высоких температурах (по расчетам проф. Н. П. Виноградова на 8—10% для медных проводов).

В виду изложенного Комиссия сочла нужным указать в Нормах, что при расчете многопроволочных проводов модуль упругости принимается тот же, что и для проволоки.

В виду того, что в первый период службы провода может получиться провес, больший расчетного, вследствие обтяжки провода и остаточных его деформаций, нужно предвидеть либо некоторое повышение высоты опоры против расчетной, либо необходимость последующей перетяжки, или регулировки, путем выделения соответствующих приспособлений от анкерных анкерах. Подобная тенденция наблюдается в европейской практике.

В виду того, что возможные остаточные деформации не поддаются предварительному подсчету, Комиссия не сочла возможным ввести в Нормах какие-либо реальные указания по данному вопросу.

**§§ 8 и 9.**—Параграфы 8-й и 9-й определяют условия, при которых должны расчитываться провода и исчисляться стрела провеса, причем по существу эти условия не отличаются от указаний действующих норм.

**§§ 10—16.**—В этих параграфах дается классификация опор и определяются те условия, на которые должны расчитываться опоры разных типов. Кроме более подробной редакции, по сравнению со старыми нормами, основное отличие новых норм заключается в заданиях для расчета промежуточных и анкерных опор на случай обрыва проводов; в прежних нормах предполагалось, что промежуточная опора расчитывается на обрыв или половины всех проводов при четном их числе, или на обрыв $\frac{n+1}{2}$ числа проводов при нечетном числе проводов.

Анкерные опоры расчитываются на обрыв всех проводов и троссов.

Как показал опыт, такие условия расчета применительно к промежуточным опорам на две цепи вызывают необходимость сооружения весьма тяжелых конструкций, значительно превышающих по весу подобные конструкции, применяемые в Европе и Америке.

Самые условия расчета представляются маловероятными, т. к. одновременный обрыв трех проводов из шести в практике эксплоатации линий почти не имеет места.

Требование расчета анкерной опоры при обрыве всех проводов и троссов приводит к таким же результатам для опор, как на одну, так и на две цепи. Жизненных оснований к подобному расчету также не имеется (концевые опоры, конечно, являются исключением, но в проекте норм их расчет оговорен особо).

В виду изложенного Комиссия сочла необходимым изменить существующие нормы, указав, что при расчете промежуточных опор предполагается обрыв лишь двух проводов, независимо от общего их числа. При расчете анкерных опор—обрыв либо всех проводов, либо всех троссов.

Во всех случаях провода предполагаются свободными ото льда.

Нормировать условия для расчета опор с остающимися деформациями и для опор с подвеской провода на скользящих зажимах. Комиссия за отсутствием надежных практических данных не сочла пока возможным.

**§§ 17, 18 и 19.**—Эти параграфы устанавливают запасы прочности для железных, деревянных и железобетонных опор, определяют коэффициент снижения при расчете на продольный изгиб и дают средние величины временного сопротивления для различных материалов, из которых изготовляются опоры. Для железобетона величины эти взяты из временных технических условий и норм проектирования на возведение железобетонных сооружений, изданных Госпланом СССР на основании постановления СТО от 24/II 1926 г.

Наибольшие затруднения Комиссия встретила при установлении коэффициентов прочности и временного сопротивления в случае деревянных опор. В международной практике, очевидно в виду малого применения деревянных опор для линий передачи высокого напряжения (см. приложение. Американских норм Комиссия не могла достать, их, кажется, не существует), запас прочности колеблется от 2 до 10. Если принять норму десятикратного запаса прочности для непропитанного дерева, рекомендуемую Конгрессом как международную, то это исключит всякую возможность применения дерева для опор высоковольтных линий.

При изучении вопроса Комиссия убедилась, что вопрос о применении деревянных опор для высоковольтных линий передач весьма мало изучен и надежно проверенных данных, на которых можно было бы основываться при разработке норм, пока не существует. Примером этому может служить Германия, в нормах которой для деревянных опор при расчете допускалось напряжение в 80 kg на 1 $cm^2$. В послевоенный период германская техника начала усиленно применять дерево для опор высоковольтных линий и указанные выше нормы, сильно затруднявшие применение деревянных опор, были сразу повышены до 120 $kg/cm^2$.

Пропитка дерева противогнилостными составами задерживает процесс гниения и повышает срок службы дерева, не увеличивая его крепости, наоборот, существуют даже указания, что пропитка даже понижает величину временного сопротивления. Между тем, во многих странах и в международных нормах, рекомендуемых Конгрессом, запас прочности при пропитанном дереве устанавливается 4, при непропитанном в 10. Такую разницу можно только объяснить опасением, что надзор за линиями будет очень слаб и смена загнивших опор не будет производиться своевременно. Комиссия, считая, что деревянные опоры в СССР должны найти весьма широкое применение, что исключительно тяжелые условия, поставленные для расчета деревянных опор, без всякого сомнения задержат развитие электроснабжения, и, основываясь на практике уже существующих линий, установила сравнительно небольшие запасы прочности для деревянных опор, именно: на растяжение 5, на сжатие 4, на сжатие при изгибе—3,5, т.-е. все же значительно больше, чем для железа, для которого запас установлен 2,5. При этом Комиссией было предположено, что за линиями будет организован удовлетворительный надзор и загнившие опоры будут сменяться своевременно.

Имея с другой стороны в виду, что линия с пропитанными опорами может при плохом надзоре оказаться столь-же ненадежной, как линия с непропитанными опорами, и полагая, что преимущества применения пропитанных опор определяются не расчетными, а хозяйственными соображениями, Комиссия не сочла возможным сделать различие в запасах прочности для пропитанных и непропитанных опор.

При установлении норм для временного сопротивления Комиссия руководствовалась нормами, утвержденными Пленумом Научно-Технического Совета при ГУГС.

В Комиссии был поднят, между прочим, вопрос, не следует ли указать более подробно способы расчета опор и их деталей, подобно тому, как это сделано, например, в германских нормах для решетчатых железных опор. Комиссия, однако, признала, что подобные указания следует помещать не в нормах, а в справочниках и руководствах.

**§ 20.**—Параграф 20 норм дает общие положения об устройстве фундаментов для опор и по существу своему ничем почти не отличается от § 16 действующих норм.

Изменения, внесенные в этот параграф, заключаются в следующем: исключено положение, что применение боковых оттяжек и вант допускается в случаях исключительной необходимости; указано, что и для двуногих опор допускается устройство фундаментов анкерного типа. Комиссия при внесении этих изменений руководствовалась следующими соображениями: применение оттяжек для увеличения устойчивости опоры обусловливает значительное облегчение опор и фундаментов под них и вместе с тем и их удешевление.

Опасения, что из-за подреза оттяжек опора может упасть, Комиссия считает несущественными, так как в нормальных условиях работы линии передачи, т.-е. при необорванных проводах, оттяжки, обычно, являются мало нагруженными. А так как обрыв провода на линии передачи, расчитанной с указанными выше коэффициентами запаса, может наблюдаться только в исключительных случаях, то делать предположения, что оба ненормальных явления, т.-е. обрыв провода и подрез оттяжки, совпадут в одно и то же время, нет никаких оснований.

Ярким примером, что подобные соображения имеют место, могут служить американские линии передачи, где за последнее время все чаще и чаще устраиваются мачты с оттяжками. Эти последние применяются для линий всех напряжений до 165 V включительно и ставятся на самых ответственных участках линий электропередач.

Допущение фундаментов анкерного типа для двуногих опор следует понимать в том смысле, что анкера могут быть использо-

ваны только для противодействия усилиям, действующи в плоскости линии передачи.

Приведенное положение развито в § 22 настоящих норм где указаны общие положения расчета двуногих опор.

§ **21**.—Редакция § 21 предлагаемых «Норм» несколько разнится от редакции § 17 существующих норм. Как в том, так и в другом параграфе даются нормы для расчета фундаментов одноногих опор. Изменения, внесенные в этот параграф, заключаются лишь в том, что введено общее указание, позволяющее вводить в расчет не только сопротивление грунта на подошвы фундамента, но и боковой напор земли.

Хотя в принципе Комиссия и считала нежелательным вводить в Нормы указания на какие либо методы расчета, однако, в данном случае в виде исключения было признано необходимым сохранить в Нормах таблицу, служащую для определения глубины заложения фундамента одноногих опор, разработанную в свое время проф. С. И. Белзецким. При этом Комиссия руководствовалась тем соображением, что методы расчета фундаментов вообще мало разработаны и вызывают много разногласий, а приведенный в Нормах метод дает вполне удовлетворительные результаты, не опороченные практикой его применения.

§ **22**.—В параграфе 22 предлагаемых Норм даны общие Положения для расчета фундаментов двуногих опор.

Отличия от соответствующего параграфа действующих Норм следующие.

1. Введено указание на необходимость вести расчет не только на устойчивость, но и на сопротивление грунта сжатию.

2. Для массивных фундаментов ступенчатой формы допущено при расчете на устойчивость учитывать вес лежащей на фундаменте земли.

Эти изменения являются лишь уточнением действующих норм и закреплением существующей практики.

§ **23**.—Параграф 23 новых Норм дает общие указания для расчета фундаментов трех- и многоногих опор. Изменения в этот параграф против существующих норм, введены те же самые, что и в § 22.

**Цена — 40 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.

Ленинградский Рублит № 38 432. Тираж 1 700 экз. 1⅝ л.

| | АНГЛИЯ. | БЕЛЬГИЯ. | ДАНИЯ. | ФРАНЦИЯ. | ЯПОНИЯ. | НОРВЕГИЯ. | ГЕРМАНИЯ. | РОССИЯ. | Проект международных норм. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Классификация напряжений.** | Низкое напряжение:<br>Пер. Т. 325 V между фазами.<br>Пост. Т. 650 V между проводами.<br>Высокое напряжение:<br>Все более высокие напряжения. | Низкое напряжение:<br>Пер. Т до 220 V + 10%.<br>Пост. Т до 600 V + 10%.<br>Высокое напряжение:<br>Все более высокие напряжения. | 250 V между провод. и земл.<br>Высокое напряжение:<br>Все более высокие напряжения. | Низкое напряжение:<br>Пер. Т 150 V между земл. и фаз.<br>Пост. Т 60 V между земл. и пров.<br>Высокое напряжение:<br>Все более высокие напряжения. | Низкое напряжение:<br>Пер. Т—300 V между фазами.<br>Пост. Т—600 V между проводами.<br>Высокое напряжение:<br>Пер. Т 300—3500 V между фаз.<br>Пост. Т > 600 V.<br>Очень высокое напряжение:<br>> 3 500 V между фазами. | Низкое напряжение:<br>Пер. Т 250 V.<br>Пост. Т 500 V.<br>Высокое напряжение:<br>Все высшие напряжения. | | | Низкое напряжение:<br>Пер. Т 220 V + 10% между землей и фазой.<br>Пост. Т 600 V + 10% между землей и провод.<br>Высокое напряжение:<br>Все высшие напряжения. |
| **Минимальное сопротивление разрыву** (общее или на 1 mm²). | Cu— . . . . . 37,8 kg/mm².<br>Al— . . . . . 17,3 kg/mm².<br>Остальные металлы—295 kg. | Низкое напряжение: 200 kg.<br>Высокое напряжение: 500 kg.<br>Перех. через жел. дор. и линии сильного тока.<br>Высок. и низкое напряж.—800 kg<br>Переход через дороги, водные пути, жилые места и линии сильного тока.<br>Высокое напряжение 800 kg | Высокое напряжение:<br>Переход через жел. дор. и линии сильного тока.<br>Высок. и низкое напряж.:<br>Перех. через линии слаб. тока.<br>Голые многожильные провода 1 000 kg | В соответствии со спецификацией Union des Syndicats d'Electricité». | Cu — 35,15 kg/mm².<br>Fe — 25,15 kg/mm².<br>Другие металлы по специальным нормам. | Низкое напряжение: 250 kg.<br>Высокое напряжение:<br>При проводе до 80 m.— 400 kg.<br>» 80—150 m.— 650 kg.<br>» > 150 m.—1 000 kg.<br>При напряжен. больш. 25 000 V, не менее . . . . . 650 kg. | | | В общем случае . . . . 500 kg<br>Переход через жел. дор., водные пути, населен. места, линии связи, и слабого тока 800 kg |
| **Коэффиц. надежности.** | 2 (предел упругости). | » (разрыв). | Отожжен. медь 5 kg/mm².<br>Жесткая медь 12 kg/mm².<br>Al- . . . . . 9 kg/mm².<br>Другие металлы и при переход. 5 (разрыв). | В общем случае . . 3 (разрыв).<br>Переходы через ж. д. 10 (разрыв).<br>Водные пути . . . . 5 (разрыв).<br>Пути и населенные места 5 (выс. напр.). | Высок. и низк. напряжение:<br>Перех. через ж.-д. пути и линии связи. и слаб. тока 5 (разрыв).<br>Очень высок. напряж.:<br>При проводе в 152,39 5 (разрыв).<br>В специх. случ. для пролетов 45,72 — 152,39 2 (разрыв). | В общем случае 2,5 (разрыв).<br>Высок. и низк. напряж:<br>При переходах через жел.-дор. пути, линии связи. и слаб.тока 5 (разрыв). | | | 3 (разрыв). |
| **Условия для расчета проводов.** | T . . . . . —35°C.<br>Ветер . . . . . 39,04 kg/m².<br>Толщина гололеда:<br>Низкое напряжение 0,635 cm.<br>Высокое напряжен. 1,27 cm.<br>Удельн. вес гололеда 0,915. | Наиболее неблагоприятное из следующих условий:<br>1) T = + 15°C.<br>Ветер . . . . 72 kg/m².<br>2) T = — 15°C.<br>Ветер . . . . 18 kg/m². | Наиболее неблагоприятное из следующих условий:<br>a) T = . . . . . — 5°C.<br>Ветер . . . . . 87,5 kg/m².<br>Гололед. . . . 0,0175 kg/m².<br>У поперечн. сечен. провод в mm².<br>b) T = . . . . . — 20°C.<br>Ветер . . . . . 87,5 kg/m². | Наиболее неблагоприятное из следующих условий:<br>a) T — средняя для данной местности.<br>Ветер . . . . 72 kg/m².<br>b) T — средняя для данной местности.<br>Ветер . . . . 18 kg/m². | Низкое и высокое напряжение.<br>Миним. T местности, все провода<br>Оч. высок. напряж. при пролете < 152,39 — те же условия.<br>Дополнит. для специх. случ. и<br>Оч. высок. напряж. при пролете 45—152,59 —<br>—Миним. T местности.<br>Ветер . . . . 48,82 kg/m²<br>Гололед. . . . 0,635 cm. толщ. | Наиболее неблагоприятное из следующих условий:<br>a) T = — 5°C.<br>Слой гололеда:<br>(200 + 300) g на 1 m.<br>4 — лини, провод. в mm².<br>b) T = + 25°C.<br>Ветер . . . . 25 kg/m². | | | Зависит от климата, высоты над уровнем моря и широты местности. |
| **Наименьший размер проводов.** | Cu . 6,32 mm²<br>Al. 15,28 mm² | | Низкое напряжение 6 mm².<br>Высокое напряжен. 9,5 mm². | Низкое напряжение:<br>Сплошн. пров. при пересеч. дорог и водных путей. 2,5 mm.<br>В других случаях . . 3 m.<br>Крутящ провод эквивалентн. прочность.<br>Высокое напряжение:<br>Сплошн. пр. пересеч. жел. дор. при пролете > 40 m. 19 mm²<br>при пролете < 40 m. 12 mm²<br>Во всех других случаях 3 mm²<br>При круг. пров. эквивалент. прочн. | Низкое напряжение 2,589 mm.<br>Высокое напряжен. 4,12 mm.<br>» 4,12 mm.<br>Оч. высок. напряж. 5,2 m. | | | | Низкое напряжение . . . 4 m.<br>Высокое напряж. до 40 W. 6 m.<br>> 40 W. 7 m. | |
| **Наименьшая высота подвески над землей.** | Низкое напряжение . 6,094 m.<br>Высокое напряж:<br>ниже 66 kV — 6,094 m.<br>66 — 110 kV — 6,401 m.<br>110 — 165 kV — 6,706 m.<br>> 165 kV — 7,01 m.<br>Темпер. 50°C. | Высок. и низк. напряж. . 7 m.<br>Перекод через жел. дор. . 7,5 m.<br>Перекод через ж. д. двойн. пров. выс. напр. . . . 8,25 m.<br>Перех. через водн. пути по особым предпис. в кажд. отд. случае. | Низкое напряжение:<br>Вдоль дорог. . . . . 4,5 m.<br>Пересечение:<br>Главных дорог . . . 5,5 m.<br>Второстепенных . . . 4,5 m.<br>Высокое напряж.:<br>Вдоль дорог главных . 7 m.<br>» » второстеп. 6 m.<br>Пересечение дорог . . 7 m. | Высокое напряжение:<br>При пересечении дорог. 8 m.<br>В других случаях . . 6 m.<br>Пересеч. жел. дор. . . 7 m.<br>Пересеч. води. путей исключая спецыаль. случ. . . . . 8 m.<br>Склад реки . . . . . 3 m. | Над землей:<br>Низк. и высок. напряж. 4,879 m<br>Очень высок. напряж. 6,096 m.<br>Над насаждениями:<br>Низк. и высок. напряж. 0,304 m.<br>Оч. высок. напр. до 60 kV. 1,824 m.<br>>60 kV. 1,824 m. + 0,304 N m.<br>N число показыв. сколько раз 10,000 содерж. в разности между данным напряж. и 60,000 V. | Низкое напряжение . . . 4 m.<br>Высокое напряж. до 40 W. 6 m.<br>> 40 W. 7 m. | Вдоль дорог . . . . . 7 m.<br>Пересеч. дорог. . . . . 7 m.<br>» жел. дор. . . . 7,5 m.<br>» водных путей — по спецыаль. нормам для кажд. отд. случая.<br>T = 40°C без ветра. |
| **Материал для опор.** | Дерево, железо и железо-бетон. | Дерево, железо и жел бо-бетон. | Дерево, железо, чугун, жел.-бетон. | Дерево, железо и железо-бетон. | | Все подходящие материалы. | | | Дерево, железо и железо-бетон. |
| **Расчет опор. предположения.** | I T . . . . . —5,55°.<br>II Ветер . . . . 39,04 kg/m²<br>Ремонт. опора:<br>Действ. поверхн = 1,5 поверхн. фронтальной.<br>III а) Накл. напряжение:<br>Слой гололеда на провод:<br>0,635 cm.<br>b) Высок. напряж.:<br>слой гололеда на пров. толщ. 21,7 cm.<br>Удельный вес . . . . 0,915 | Наиболее неблагопр. 2 следующ. предположений:<br>a) T + 15°C.<br>Ветер 120 kg/m² при плоск. пов. 72 kg/m² на поверх. прод. сеч.<br>b) T — 15°C.<br>Ветер 1/4 давления указан. в a).<br>Ремонтная опора:<br>Давление ветра на подветрен. стор. = давлению с наветрен. стор. $\frac{S}{S}=\frac{}{}$ где S — поверхн' действ. ветра с предпол., что она сплошная.<br>— действ. поверхность.<br>Если $\frac{S}{S} > 0{,}8$ дав ен. с подветрен. стороны прин. равным дав. ветра с наветрен. стороны.<br>При пересеч. высок. напряжен: шоссе, водн. пут. и при перех.<br>Высок. и низк. напряж. ж. д.<br>Обрыв всех проводов соответств. стороны. | Наиболее неблагопр. 2 следующ. предположения:<br>a) T — 2°C.<br>Ветер на опоры и провода 125 kg/m² при плоск. поверхн. 87,5 kg/m² на тертик. проекц. цилиндр. поверхн.<br>Гололед 0,015 S kg/cm².<br>b) T — 20°C.<br>Условия ветра на опору и провода те же, что и в a), но без гололеда на провода.<br>Услов. расч. при перех. через ж. д.<br>Обрыв всех проводов с одной стор. при нагрузке другой стороны гололед. | Наиболее неблагопр. 2 следующ. предположения района:<br>a) Ветер:<br>120 kg/m² плоск. поверхн.<br>72 kg/m² тертик. проекц. цилиндр. поверхн.<br>Ремонтная. опора.<br>Давлен. ветра на подветр. стор. = давлению с наветрен. стор. $\times$<br>b) Минимальн. T района:<br>Ветер:<br>¼ давл. определ. в a). | Никак. и высок. напряж.<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Оч. высок. напряжен.<br>Пролет выше 152,39 m.<br>Ветер на опору. 192,39 kg/m² на поверх. 117,2 kg/m² тертик. проекция цилиндр. поверхн.<br>Ветер на 97,64 kg/m² плоск. провод. / проекц. провода.<br>Услов. расч. в специх. районе, при пролете между 45,72 m. и 152,39 m. — слой гололеда 0,635 cm.<br>При давлении ветра на провод 48,82 kg/m². | а) Конечная опора:<br>Ветер на опору и наиболее неблаг. нагрузка на провода.<br>b) Анкерные опоры:<br>Ветер на опору и наибол. неблагопр. нагрузка на ⅔ пров. и ⅓ предполаг. обрыван.<br>Ветер:<br>125 kg/m² действ. поверхн.<br>Действ. поверхность:<br>Ремонт. опора — 1,5 фронт. пов.<br>Цилиндрич. опоры — 0,7 продол. разр.<br>Провода 0,5 пров. сечен. | | | 1) Общ. предпол. измен. с климат. широтой и долготой.<br>Ремонт. опора:<br>Давление ветра на подветренную стор. = давлению с наветрен. стороны $\times \frac{S}{S}=\frac{}{}$<br>Если $\frac{S}{S} > 0{,}8$.<br>Боков. давлен. от ветра = давл. ветра на одну стор. цилиндр. част. = 0,6 продольн. сеч.<br>2) Отдельн. предпол. при наиболее неблагопр. общих услов.<br>a) Для всех опор обрыв в пролете пров. при наибол. неблагоприят. условиях.<br>b) Для опор при пересеч. жел. дор., шоссе, водн. пут.<br>Обрыв всех проводов в пролет. когда расположк. жестк. определ. этот обрыв. |
| **Коэффиц. надежности или максим. напряж. опор.** | Дерево . . . 3,5 (предел. упруг.).<br>Жел. или сталь 2,5 »<br>Жел.-бетон . 3,5 » | Дерево. Сталь. Жел.-бет.<br>Высок. напр. или низк. напр. при перересеч. жел. дор.:<br>С проволкой . . 5 (разрыв.).<br>Без проволки . . 10 (разрыв.).<br>Во всех случ. случ. 5 (разрыв.).<br>Низк. напр. и высок. напряж. вдоль дорог . . 3 (разрыв.).<br>Высок. напр. в других случаях . . . 5 (разрыв.).<br>Низк. напр. и высок. напряж. вдоль дорог . 3,5 (разрыв.).<br>Высок. напряж. во всех других случаях. . 5 (разрыв.). | Дерево. . . . . 70 kg/cm²<br>Сталь. . . . . 1 500 »<br>Чугун . . . . . 500 »<br>Жел.-бетон [арматура 1 000 »<br>[бетон 25 » | Общий случай:<br>3 (разрыв.).<br>Пересеч. жел. дор.: шоссе, водн.пут. лин.перед. лин.связи — 5 (разр.). | Никак. и выс. напряж:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Дерево. Сталь. Жел.-бетон. (с проволкой и без нее).<br>а) Перес. ж. д.: шоссе, лин.перед. лин.связи — До 15,000 V (8 разрыв.), выше 15,000 V (10 разрыв.).<br>b) В друг. случ. — До 15 kV. (4 разрыв.), выше 15 kV. (5 разрыв.). | Дерево. . . . . 7 (разрыв.),<br>Жел. сталь и жел.-бет.<br>а) Перес. выс. напр.<br>жел. дор., шоссе, лин.перед. лин.связи — 3 (разрыв.).<br>b) В других случ. 2,5 (разрыв.). | | | Дерево с проволкой 5 (разрыв.)<br>» без проволки 10 (разрыв.).<br>Сталь . . . . . 3 (разрыв.)<br>Жел-бетон. . . . . 3,5 (разрыв.)<br>Отдельн. предполож.:<br>a) Для всех опор пред. пропорцион.<br>b) Для опор при перес. жел. дор. шоссе, водн. пут.<br>Дерево . . . . . 2 (разрыв.).<br>Сталь и жел.-бетон 1,5 (разрыв.). |
| **Спец. устройство при переходе: дорог, води. путей и жел. дор.** | Одно из следующ. устройств.<br>a) Проводник на двойн. подвеске.<br>b) Удвоени. максим. расстояния между соедин. провод. 1,523 m.<br>c) Устройст. обеспечив. задержки пров. в случае его обрыва.<br>Все друг. средства. одобр. «Electricity Commissioners». | Низк. напряжение:<br>a) Жел. дороги:<br>Скручены. провода, по крайней мере на двух подвесках, или двойной массивный проводник. Без сростк. в пролетах перехода и в сросп. пров.<br>Деревянные опоры на расстоян. главном их высоте,<br>b) Другие случаи:<br>Провода без спайки и ответвлен. | Низкое напряжение:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Высокое напряжение:<br>Шоссе и жел. дор.<br>Одно из следующих правил:<br>a) отбойный пров. или кронштейн для заземлен.<br>b) кручен. пров. с двойным приспособлением. | Низкое напряжение:<br>a) шоссе, каналы и води. пути. Без сростков в пролете перех. и сросп. просп.<br>Отбойн. провода на опорах перех.<br>b) При пересеч. жел. дор. те же правила, что и в a), но пров. с двойным прикреплен.<br>Устройство обесп. задерж. опор.<br>Высокое напряжение:<br>a) Жел. шоссе, каналы и води. пути. Без сростков в пролете перех. и сросп. просп.<br>b) При пересеч. жел. дор. те же правила, что и в a), но пров. с двойным прикреплен. | Низкое напряжение:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Высокое напряжение:<br>Для пролетов свыше 45,72 m.— специальн. устройство.<br>Очень высокое напряжение:<br>a) Устройств. обеспеч. прочность опор.<br>b) До 15 kV. при пролете свыше 45,72 m. и свыше 15 kV. при пролет. > 26,58 m. — металлическ. опоры и круг. провод. | Низкое напряжение:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Высок. с напряжение:<br>a) Пролет возможно маленький и во всяком случае не превыш. для пересечений.<br>Шоссе 50 m.<br>Жел. дор. 25 m.<br>b) Провода с двойным прикрепл.<br>c) Дерев. опоры подпорные. | | | Кручен. пров. по крайней мере с двойн. прикрепл.<br>На угловых, на сростках в пролет. при перех., а также в сросп. просп. (за исключ. отдельных случаев).<br>Металлич. или жел.-бетон. опоры с камен. или бетон. фундам. |
| **Условия для расчета проводов.** | T . . . . . —5,55°C.<br>Ветер . . . . . 39,04 kg/m².<br>Толщина гололеда:<br>Низкое напряжение 0,635 cm.<br>Высокое напряжен. 1,27 cm.<br>Удельн. вес гололеда 0,915. | Наиболее неблагопр. из следующих услов.:<br>1) T = + 15°C.<br>Ветер . . . . 72 kg/m².<br>2) T = — 15°C.<br>Ветер . . . . 18 kg/m². | Наиболее неблагопр. из следующих условий:<br>a) T = . . . . . — 5°C.<br>Ветер . . . . . 87,5 kg/m².<br>Гололед. . . . 0,0175 kg/m².<br>У поперечн. сечен. провод в mm².<br>b) T = . . . . . — 20°C.<br>Ветер . . . . . 87,5 kg/m². | Наиболее неблагопр. из следующих условий:<br>a) T — средняя для данной местности.<br>Ветер . . . . 72 kg/m².<br>b) T — средняя для данной местности.<br>Ветер . . . . 18 kg/m². | Миним. T местности, все провода<br>Оч. высок. напряж. при пролете < 152,39 — те же условия.<br>Дополнит. для специх. случ. и<br>Оч. высок. напряж. при пролете 45—152,59 —<br>—Миним. T местности.<br>Ветер . . . . 48,82 kg/m²<br>Гололед. . . . 0,635 cm. толщ. | Наиболее неблагоприятное из следующих условий:<br>a) T = — 5°C.<br>Слой гололеда:<br>(200 + 300) g на 1 m.<br>4 — лини. провод. в mm².<br>b) T = + 25°C.<br>Ветер . . . . 25 kg/m². | | | Зависит от климата, высоты над уровнем моря и широты местности. |
| **Наименьший размер проводов.** | Cu . 6,32 mm²<br>Al. 15,28 mm² | | Низкое напряжение 6 mm².<br>Высокое напряжен. 9,5 mm². | Низкое напряжение:<br>Сплошн. пров. при пересеч. дорог и водных путей. 2,5 mm.<br>В других случаях . . 3 m.<br>Крутящ провод эквивалентн. прочность.<br>Высокое напряжение:<br>Сплошн. пр. пересеч. жел. дор. при пролете > 40 m. 19 mm²<br>при пролете < 40 m. 12 mm²<br>Во всех других случаях 3 mm²<br>При круг. пров. эквивалент. прочн. | Низкое напряжение 2,589 mm.<br>Высокое напряжен. 4,12 mm.<br>» 4,12 mm.<br>Оч. высок. напряж. 5,2 m. | | | | | |
| **Наименьшая высота подвески над землей.** | Низкое напряжение . 6,094 m.<br>Высокое напряж:<br>ниже 66 kV — 6,094 m.<br>66 — 110 kV — 6,401 m.<br>110 — 165 kV — 6,706 m.<br>> 165 kV — 7,01 m.<br>Темпер. 50°C. | Высок. и низк. напряж. . 7 m.<br>Перекод через жел. дор. . 7,5 m.<br>Перекод через ж. д. двойн. пров. выс. напр. . . . 8,25 m.<br>Перех. через водн. пути по особым предпис. в кажд. отд. случае. | Низкое напряжение:<br>Вдоль дорог. . . . . 4,5 m.<br>Пересечение:<br>Главных дорог . . . 5,5 m.<br>Второстепенных . . . 4,5 m.<br>Высокое напряж.:<br>Вдоль дорог главных . 7 m.<br>» » второстеп. 6 m.<br>Пересечение дорог . . 7 m. | Высокое напряжение:<br>При пересечении дорог. 8 m.<br>В других случаях . . 6 m.<br>Пересеч. жел. дор. . . 7 m.<br>Пересеч. води. путей исключая спецыаль. случ. . . . . 8 m.<br>Склад реки . . . . . 3 m. | Над землей:<br>Низк. и высок. напряж. 4,879 m<br>Очень высок. напряж. 6,096 m.<br>Над насаждениями:<br>Низк. и высок. напряж. 0,304 m.<br>Оч. высок. напр. до 60 kV. 1,824 m.<br>>60 kV. 1,824 m. + 0,304 N m.<br>N число показыв. сколько раз 10,000 содерж. в разности между данным напряж. и 60,000 V. | Низкое напряжение . . . 4 m.<br>Высокое напряж. до 40 W. 6 m.<br>> 40 W. 7 m. | Вдоль дорог . . . . . 7 m.<br>Пересеч. дорог. . . . . 7 m.<br>» жел. дор. . . . 7,5 m.<br>» водных путей — по спецыаль. нормам для кажд. отд. случая.<br>T = 40°C без ветра. | |
| **Материал для опор.** | Дерево, железо и железо-бетон. | Дерево, железо и жел бо-бетон. | Дерево, железо, чугун, жел.-бетон. | Дерево, железо и железо-бетон. | | Все подходящие материалы. | | | Дерево, железо и железо-бетон. |
| **Расчет опор. предположения.** | I T . . . . . —5,55°.<br>II Ветер . . . . 39,04 kg/m²<br>Ремонт. опора:<br>Действ. поверхн = 1,5 поверхн. фронтальной.<br>III а) Накл. напряжение:<br>Слой гололеда на провод:<br>0,635 cm.<br>b) Высок. напряж.:<br>слой гололеда на пров. толщ. 21,7 cm.<br>Удельный вес . . . . 0,915 | Наиболее неблагопр. 2 следующ. предположений:<br>a) T + 15°C.<br>Ветер 120 kg/m² при плоск. пов. 72 kg/m² на поверх. прод. сеч.<br>b) T — 15°C.<br>Ветер 1/4 давления указан. в a).<br>Ремонтная опора:<br>Давление ветра на подветрен. стор. = давлению с наветрен. стор. $\frac{S}{S}=\frac{}{}$ где S — поверхн' действ. ветра с предпол., что она сплошная.<br>— действ. поверхность.<br>Если $\frac{S}{S} > 0{,}8$ дав ен. с подветрен. стороны прин. равным дав. ветра с наветрен. стороны.<br>При пересеч. высок. напряжен: шоссе, водн. пут. и при перех.<br>Высок. и низк. напряж. ж. д.<br>Обрыв всех проводов соответств. стороны. | Наиболее неблагопр. 2 следующ. предположения:<br>a) T — 2°C.<br>Ветер на опоры и провода 125 kg/m² при плоск. поверхн. 87,5 kg/m² на тертик. проекц. цилиндр. поверхн.<br>Гололед 0,015 S kg/cm².<br>b) T — 20°C.<br>Условия ветра на опору и провода те же, что и в a), но без гололеда на провода.<br>Услов. расч. при перех. через ж. д.<br>Обрыв всех проводов с одной стор. при нагрузке другой стороны гололед. | Наиболее неблагопр. 2 следующ. предположения района:<br>a) Ветер:<br>120 kg/m² плоск. поверхн.<br>72 kg/m² тертик. проекц. цилиндр. поверхн.<br>Ремонтная. опора.<br>Давлен. ветра на подветр. стор. = давлению с наветрен. стор. $\times$<br>b) Минимальн. T района:<br>Ветер:<br>¼ давл. определ. в a). | Никак. и высок. напряж.<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Оч. высок. напряжен.<br>Пролет выше 152,39 m.<br>Ветер на опору. 192,29 kg/m² на поверх. 117,2 kg/m² тертик. проекция цилиндр. поверхн.<br>Ветер на 97,64 kg/m² плоск. провод. / проекц. провода.<br>Услов. расч. в специх. район.: при пролете между 45,72 m. и 152,39 m. — слой гололеда 0,635 cm.<br>При давлении ветра на провод 48,82 kg/m². | а) Конечная опора:<br>Ветер на опору и наиболее неблаг. нагрузка на провода.<br>b) Анкерные опоры:<br>Ветер на опору и наибол. неблагопр. нагрузка на ⅔ пров. и ⅓ предполаг. обрыван.<br>Ветер:<br>125 kg/m² действ. поверхн.<br>Действ. поверхность:<br>Ремонт. опора — 1,5 фронт. пов.<br>Цилиндрич. опоры — 0,7 продол. разр.<br>Провода 0,5 пров. сечен. | | | 1) Общ. предпол. измен. с климат. широтой и долготой.<br>Ремонт. опора:<br>Давление ветра на подветренную стор. = давлению с наветрен. стороны $\times \frac{S}{S}=\frac{}{}$<br>Если $\frac{S}{S} > 0{,}8$.<br>Боков. давлен. от ветра = давл. ветра на одну стор. цилиндр. част. = 0,6 продольн. сеч.<br>2) Отдельн. предпол. при наиболее неблагопр. общих услов.<br>a) Для всех опор обрыв в пролете пров. при наибол. неблагоприят. условиях.<br>b) Для опор при пересеч. жел. дор., шоссе, водн. пут.<br>Обрыв всех проводов в пролет. когда расположк. жестк. определ. этот обрыв. |
| **Коэффиц. надежности или максим. напряж. опор.** | Дерево . . . 3,5 (предел. упруг.).<br>Жел. или сталь 2,5 »<br>Жел.-бетон . 3,5 » | Дерево. Сталь. Жел.-бет.<br>Высок. напр. или низк. напр. при перересеч. жел. дор.:<br>С проволкой . . 5 (разрыв.).<br>Без проволки . . 10 (разрыв.).<br>Во всех случ. случ. 5 (разрыв.).<br>Низк. напр. и высок. напряж. вдоль дорог . . 3 (разрыв.).<br>Высок. напр. в других случаях . . . 5 (разрыв.).<br>Низк. напр. и высок. напряж. вдоль дорог . 3,5 (разрыв.).<br>Высок. напряж. во всех других случаях. . 5 (разрыв.). | Дерево. . . . . 70 kg/cm²<br>Сталь. . . . . 1 500 »<br>Чугун . . . . . 500 »<br>Жел.-бетон [арматура 1 000 »<br>[бетон 25 » | Общий случай:<br>3 (разрыв.).<br>Пересеч. жел. дор.: шоссе, водн.пут. лин.перед. лин.связи — 5 (разр.). | Никак. и выс. напряж:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Дерево. Сталь. Жел.-бетон. (с проволкой и без нее).<br>а) Перес. ж. д.: шоссе, лин.перед. лин.связи — До 15,000 V (8 разрыв.), выше 15,000 V (10 разрыв.).<br>b) В друг. случ. — До 15 kV. (4 разрыв.), выше 15 kV. (5 разрыв.). | Дерево. . . . . 7 (разрыв.),<br>Жел. сталь и жел.-бет.<br>а) Перес. выс. напр.<br>жел. дор., шоссе, лин.перед. лин.связи — 3 (разрыв.).<br>b) В других случ. 2,5 (разрыв.). | | | Дерево с проволкой 5 (разрыв.)<br>» без проволки 10 (разрыв.).<br>Сталь . . . . . 3 (разрыв.)<br>Жел-бетон. . . . . 3,5 (разрыв.)<br>Отдельн. предполож.:<br>a) Для всех опор пред. пропорцион.<br>b) Для опор при перес. жел. дор. шоссе, водн. пут.<br>Дерево . . . . . 2 (разрыв.).<br>Сталь и жел.-бетон 1,5 (разрыв.). |
| **Спец. устройство при переходе: дорог, води. путей и жел. дор.** | Одно из следующ. устройств.<br>a) Проводник на двойн. подвеске.<br>b) Удвоени. максим. расстояния между соедин. провод. 1,523 m.<br>c) Устройст. обеспечив. задержки пров. в случае его обрыва.<br>Все друг. средства. одобр. «Electricity Commissioners». | Низкое напряжение:<br>a) Жел. дороги:<br>Скручены. провода, по крайней мере на двух подвесках, или двойной массивный проводник. Без сростк. в пролетах перехода и в сросп. пров.<br>Деревянные опоры на расстоян. главном их высоте,<br>b) Другие случаи:<br>Провода без спайки и ответвлен.<br>Высокое напряжение:<br>Кручен. провода по крайней мере с двойным прикреплением или массивным удвоенным провод. Без сростков в пролетах перех. и сросп. пролет.<br>Мачты жел.-бетонные или железные с. прочн. осн зан. | Никакие обязательн. предписан.<br>Высокое напряжение:<br>Шоссе и жел. дор.<br>Одно из следующих правил:<br>a) отбойный пров. или кронштейн для заземлен.<br>b) кручен. пров. с двойным приспособлением. | Никакие обязательн. предписан.<br>Высокое напряжение:<br>a) шоссе, каналы и води. пути. Без сростков в пролете перех. и сросп. просп.<br>Отбойн. провода на опорах перех.<br>b) При пересеч. жел. дор. те же правила, что и в a), но пров. с двойным прикреплен.<br>Устройство обесп. задерж. опор.<br>Высокое напряжение:<br>a) Жел. шоссе, каналы и води. пути те же, что в никак. напряж. с. двойн. устройством задерж. опор.<br>b) При пересеч. жел. дор. те же, что в a и b) низк. напряж. но с металлич. или жел.-бет. мачты в пролет. перех. и двух смежных пролетах. | Низкое напряжение:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Высокое напряжение:<br>Для пролетов свыше 45,72 m.— специальн. устройство.<br>Очень высокое напряжение:<br>a) Устройств. обеспеч. прочность опор.<br>b) До 15 kv. при пролете свыше 45,72 m. и свыше 15 kv. для пролет. > 26,58 m. — металлическ. опоры и круг. провод. | Низкое напряжение:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Высок. с напряжение:<br>a) Пролет возможно маленький и во всяком случае не превыш. для пересечений.<br>Шоссе 50 m.<br>Жел. дор. 25 m.<br>b) Провода с двойным прикрепл.<br>c) Дерев. опоры подпорные. | | | Кручен. пров. по крайней мере с двойн. прикрепл.<br>На угловых, на сростках в пролет. при перех., а также в сросп. просп. (за исключ. отдельных случаев).<br>Металлич. или жел.-бетон. опоры с камен. или бетон. фундам. |
| **Пересечение линий связи.** | См. специальн. устройство для пересечения дорог. | Y-мин, вертикальн. расст. провод. ся не 1,50 m.<br>a) Пересеч. над провод. по прямым.).<br>Угол должен быть между 60—90°.<br>Провод кручен. с двойным прикреплен. или удвоенным массивным провод.<br>b) Пересеч. под проводом связи. При угле пересеч. > 60° — два предохранителя, пров.; при < 60° — один предохран. пров. | Низкое напряжение:<br>Опоры общ. для линии передачи или лин. связи разрешаются: если пересеч. происходит над пров. связи и если прин. меры предосторожности.<br>Пересеч. в свобод. пролете:<br>a) Над провод. связи, одно из след. устройств:<br>1) Кронштейн на опорах или предохранит. провода.<br>2) Круч. провод с двойн. прикрепл. уменьш. пролета всякий контакт в случае разр.<br>b) Ниже провода связи:<br>1) При расположении провод. перес. с одной стороны опоры. — Один предохр. провод.<br>2) С двух сторон опоры — 2 предохр. пров.<br>Высокое напряжение:<br>Опора общая для линии перед. и лин. связи — не разрешается. Пересеч. ниже провода связи не разрешается.<br>Пересеч. выше провода связи — правила такие же, как и при низком напряжении. | Низкое напряжение:<br>a) Пересеч. выше пров. связи (по преимуществу).<br>Опоры сближены по возможн. без сростков пров. в пролет. перес. и в смежных пролетах.<br>Анкерн. укрепл. провод. пролет перехв. на смежн. пролетах.<br>Вертикальн. расстояние 1 m.<br>Лин. связи по возможн. соедин.<br>b) Пересеч. ниже пров. связи: Предохран. устроены могут быть вредные.<br>Лин. связи уплотнены.<br>Высокое напряжение:<br>a) Пересечение над пров. связи, устройства те же, что в b) низк. напряж., но удвоен. прикрепл. пров. в вертик. расст. > 2 m.<br>b) Перес. ниже пров. связи, предохранит. устр. могут быть вредные; лин. связи уплотнены. | Низкое напряжение:<br>a) Пересеч. выше пров. связи (предпочт.).<br>Вертик. расстоян. > 0,914 m.<br>b) Пересеч. ниже пров. связи: провода лин. перед. изолир. или обмаз. защищен. устройство.<br>При угле пересеч. > 45° — два предохран. пров.; при < 45° — один предохр. пров.<br>Вертик. расст. от предохр. устр. на канд. лин. 0,609 m.; это расстояние может быть уменьш. до 0,304 m.<br>Высокое напряжение:<br>Пролеты < 45,72 m.<br>a) При верхн. перес. устройство указано в пункте a) низк. напр.<br>b) При низк. перес. устройство пункта b) низк. напряж.<br>Пред. > 45,72 m.<br>Все предпис. пункты. a) и b) низк. напряж., но жест. линч. опоры или усилен. деревян.<br>Очень высокое напряжение:<br>Низкое перес. не разрешается. При пересеч выше пров. связи те же пред., что при перех. дор. с добавл. двой. прикрепл. пров. | Низкое напряжение:<br>Никаких обязательн. предписан.<br>Высокое напряжение:<br>Правила те же, что и при перех. через дороги с уменьшен. пролет. до 25 m.<br>Вертик. расстоян. от пров. связи в 2 m. | | | Наименьш. вертик. расст. 1,50 m<br>a) Пересечение над пров. связи (предпоч.).<br>Круч. пров. с двойн. прикрепл. без угла, в сростках в пролет. перех.<br>b) Пересечение под пров. связи; при угле пересеч. > 60° — два предохр. пров.; при < 60° — один предохран. провод. |

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Нормы механического расчета электрических воздушных линий сильного тока [1]).

§ 1. Ниже помещенные нормы относятся ко всем воздушным проводам сильного тока как голым, так и изолированным, за исключением контактного оборудования железных дорог.

Примечание: Участки линий сильного тока, проходящие по заселенным местам, или пересекающие железные или шоссейные дороги, судоходные или сплавные реки, телеграфные, телефонные и сигнализационные провода, а также провода для передачи электрической энергии, должны быть спроектированы с повышенной надежностью по особым правилам, утвержденным ВЭС или ЦЭС.

§ 2. Для воздушных линий сильного тока могут применяться деревянные, железные и железобетонные опоры. Провода линии должны быть закреплены на анкерных опорах, расстояние между которыми не должно превышать 3 km. в случае применения жестких промежуточных опор и 1,5 km. в случае применения гибких промежуточных опор.

§ 3. Провода могут быть выполнены из меди, бронзы, алюминия, стали и железа.

Могут применяться и биметаллические провода.

Провода, как правило, должны быть многопроводочные; однако, для линий сельско-хозяйственного назначения с рабочим напряжением не свыше 20 kV. допускается применение однопроволочных проводов сечением не свыше 16 $mm^2$. Провода алюминиевые должны быть всегда многопроволочные.

---

[1]) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС 1927 г. для внесения на IX ЦЭС.

Сечение проводов не должно быть меньше:

| | |
|---|---|
| для меди при низком напряжении . . . . | 6 mm². |
| » » » высоком » . . . . | 10 » |
| для железа при низком напряжении . . . . | 10 » |
| » » » высоком » . . . . | 10 » |
| для стали и бронзы при низком напряжении . | 6 » |
| » » » » высоком » . | 10 » |
| для алюминия при низком напряжении . . . | 16 » |
| » » » высоком » . . . | 25 » |

Примечание 1. Низким считается напряжение не свыше 250 V по отношению к земле.

Примечание 2. Ввиду того, что железная, стальная и бронзовая проволока различается в сортиментах не по площади сечения, а по диаметру, следует считать за наименьший допустимый диаметр для однопроволочных железных проводов 3,5 mm (что отвечает площади сечения 9,62 mm²), для однопроволочных стальных и бронзовых проводов — 2,75 mm (что отвечает площади сечения 5,94 mm²).

§ 4. При наибольшем провисании провода расстояние наинизшей точки его от земли не должно быть менее:

а) при пересечении мостовых и шоссейных дорог — 6 m для провода низкого и 7 m — для проводов высокого напряжения,

б) при пересечении грунтовых дорог постоянного пользования 6 m как для проводов низкого, так и для проводов высокого напряжения,

в) при пересечении несудоходных и несплавных рек 5 m для проводов низкого и 6 m для проводов высокого напряжения, считая от уровня льда зимой, но не менее 3 m над уровнем высоких вод в половодье,

г) во всех остальных случаях (кроме предусмотренных особыми правилами) 5 m для проводов низкого и 6 m для проводов высокого напряжения.

§ 5. Если для районов, в которых предполагается сооружение линии передачи энергии, имеется достаточно продолжительный и надежный ряд наблюдений над скоростью ветра и его направлением, над температурой воздуха и над интенсивностью гололеда,

могущего образоваться на проводах, то при определении наиневыгоднейшего сочетания внешних сил, действующих на линию передачи энергии, и температур, надлежит исходить из означенных данных.

При отсутствии наблюдений надлежит принимать: за скорость ветра при гололеде 20 m/sec., наивысшую температуру + 40° C. наинисшую температуру—30° C., толщину слоя гололеда 1 cm при удельном весе льда 0,9.

В районах, где по условиям частности заведомо могут быть ожидаемы особенно сильные ветры, особенно сильный гололед, особенно высокие или низкие температуры, приведенные выше нормы должны быть соответственно изменены.

§ 6. Давление ветра на опоры и провода при высоте опоры до 30 m вычисляется по формуле — $P = \alpha v^2 F$ где P — давление ветра в килограммах на опору или провод, $v^2$—площадь в квадратных метрах проекции опоры или провода на плоскость нормальную направлению ветра. F — скорость ветра в метрах в секунду $\alpha$ — коэффициент, зависящий от формы поверхности, на которую действует ветер.

Коэффициент $\alpha$ принимается:

| | |
|---|---|
| для плоских поверхностей . . . . | 0,09 |
| для цилиндрических поверхностей . | 0,06 |

Для решетчатых опор в расчет вводятся две решетки: передняя надветренная и задняя подветренная, причем давление ветра на обе решетки считается по фактической площади стержней каждой решетки.

Примечание: При средней скорости ветра в 20 m/sec можно принимать давление ветра на 1 $m^2$ проекции, перпендикулярной направлению ветра: для плоских поверхностей 36 $kg/m^2$, для цилиндрических поверхностей — 24 $kg/m^2$.

§ 7. Допускаемое напряжение для однопроволочных проводов из любого материала, в условиях нормальной службы линии, не должно превышать одной трети, а для многопроволочных проводов— половины временного сопротивления проволоки на разрыв, определяемого техническими условиями на поставку провода и соответственными испытаниями проволоки.

Для стальных тросов, поддерживающих при обрыве проводов конструкцию опор, напряжение при обрыве проводов не должно превышать 0,7 временного сопротивления проволоки разрыву.

Для проводов биметаллических надлежит проверить наибольшие напряжения в каждом компоненте, с тем, чтобы они при крайних колебаниях нагрузки и температуры, не превосходили допускаемых, указанных выше величин.

При отсутствии предварительных данных о свойствах проволоки, из которых изготовлен провод, следует при расчетах руководствоваться данными, приводимыми в таблице 1.

| | Медь твердотянутая. | Алюминий твердотянутый. | Железо. | Сталь. |
|---|---|---|---|---|
| 1. Удельный вес . . . . | 8,95 | 2,7—2,75 | 78 | 7,95 |
| 2. Коэффициент линейного расширения . . . . | 17,10–6 | 23,10–6 | 12,10–6 | 12,5—10–6 |
| 3. Модуль упругости. kg/mm² | 13 000 | 7 000 | 19 000 | 20 000—21 000 |
| 4. Временное сопротивление kg/mm². . . . . | 40 | 20 | 44 | 70—120 |
| 5. Проводимость при + 15°C. | 57 | 34,5 | 7,2 | 6,25—5,7 |

Примечание: При расчете линий передач, исполненных из многопроволочных проводов, значение модуля упругости принимается такое же, что и для проволоки.

§ 8. Расчет прочности проводов надлежит производить, исходя из следующих предположений: а) для пролетов, больших критического: провод покрыт гололедом, температура – 5° С., ветер действует нормально к направлению линии передачи на данном участке; б) для пролетов, меньших критического: ветер и гололед отсутствуют, температура наинизшая в данной местности.

§ 9. Определение максимального провисания проводов надлежит производить для того из упоминаемых ниже двух случаев, который дает наибольшую стрелу провеса проводов:

1. провода покрыты слоем гололеда, температура—5° С., ветер отсутствует;

2. ветер и гололед отсутствуют, температура наивысшая в данной местности.

§ 10. По своему назначению опоры делятся на:

1) промежуточные или поддерживающие опоры, назначение которых поддерживать провода; применяются на прямых участках линии;

2) угловые опоры, назначение которых выдерживать натяжение проводов, образующих между собой угол, применяются в местах поворота линии;

3) анкерные опоры, назначение которых создавать на линии неподвижные точки;

4) конечные опоры, подверженные натяжению только с одной стороны;

5) опоры специального назначения, напр., для скрутки проводов, установки секционных разъединителей и пр.

Угловые опоры могут одновременно служить в качестве анкерных, но в таком случае они должны быть соответственно расчитаны.

§ 11. Для определения высоты опор надлежит исходить из наименьшего допускаемого § 4 расстояния наинизшей точки провода, от земли и из наибольшей стрелы провеса провода, определяемой согласно § 9.

§ 12. Все опоры должны быть расчитаны для двух следующих случаев нагрузки:

1. Провода не оборваны.

2. Провода оборваны, при чем для анкерных опор считаются оборванными все провода одного пролета при необорванных тросах или оборванными троссы одного пролета при необорванных проводах, а для всех остальных опор считаются оборванными два провода в одном пролете. Считается, что обрыв происходит при —5° С, и ветре, причем гололед считается сброшенным.

Примечание: Расчет на скручивание всех типов опор, включая и анкерные, должен производиться в предположении обрыва двух проводов, при том расположении оборванных проводов на опоре, которое создает наибольший крутящий момент.

§ 13. Силами, действующими на опору при необорванных проводах, надлежит считать:

1. собственный вес опоры;

2. вес изоляторов и покрытых гололедом проводов, приходящийся на данну опору;

3. давление ветра на опору, действующего перпендикулярно к направлению линии;

4. давление ветра на обледенелые провода, действующего перпендикулярно к направлению линии.

При расчете угольных опор направление ветра следует принимать либо по равноделящей угла, либо нормально к большему пролету, в зависимости от того, какой из этих случаев вызывает большие условия в опоре.

При угловых опорах во всех случаях, а также при всех опорах, у которых натяжения с обеих сторон неодинаковы, следует к перечисленным усилиям прибавить равнодействующую натяжений всех проводов в обоих пролетах.

Если оба смежных пролета или хотя бы один из них менее критического, то в таком случае следует проверить опору на действие усилий, имеющих место при наинизшей температуре, при отсутствии ветра и гололеда.

§ 14. Силами, действующими на анкерную опору при всех оборванных проводах одного пролета, следует считать:

1. собственный вес опоры;

2. вес свободных от гололеда изоляторов и проводов, приходящихся на данную опору;

3. равнодействующую натяжения всех проводов или же всех троссов одного из пролетов при сброшенном гололеде;

4. давление ветра на опору, действующего нормально направлению необорванных проводов;

5. давление ветра на необледенелые необорванные провода, действующего нормально направлению проводов.

§ 15. Силами, действующими на все остальные опоры—промежуточные, угловые, с равным или неравным натяжением в смежных пролетах—при обрыве двух проводов в одном из пролетов, следует считать:

1. собственный вес опоры;

2. вес изоляторов и свободных от гололеда проводом, приходящихся на данную опору;

3. равнодействующую натяжений всех необорванных проводов обоих пролетов при—5° С, ветре, гололеде;

4. давление ветра на опору, действующего нормально к направлению линии;

5. давление ветра на необледенелые необорванные провода, действующего нормально к направлению линии.

При расчете угловых опор направление ветра следует принимать либо по равноделящей угла, либо нормально к одному из пролетов, в зависимости от того, какой из этих случаев вызывает большие усилия в опоре.

§ 16. При расчете всех опор, кроме анкерных, на случай обрыва проводов может быть принято во внимание поддерживающее действие троссов и необорванных проводов, но при этом добавочные усилия, передающиеся от опор троссам и проводам, должны быть учтены при расчете этих последних.

§ 17. При расчете прочности металлических, деревянных и железобетонных опор должны приниматься нижеследующие величины допускаемых напряжений $[n_1]$ на растяжение и $[n_2]$ на сжатие:

а) для литого железа

$$[n_1] = [n_2] = \frac{K}{2{,}5}$$

В этой формуле K временное сопротивление, оставляющее в среднем на растяжение и на сжатие 40 kg/mm.

б) Для пропитанного и непропитанного дерева

на растяжение $[n_1] = K_1 : 5$

на сжатие $[n_2] = K_2 : 4$

на сжатие при изгибе $[n_2^1] = K_2 : 3{,}5$

Для воздушно сухого дерева следует принимать временное сопротивление вдоль волокна:

для ели или сосны $K_1 = 720$ kg $cm^2$ и $K_2 = 350$ kg/$cm^2$

для дуба соответственно $K_1 = 900$ kg/$cm^2$ и $K_2 = 500$ kg/$cm^2$.

в) для бетона:

на сжатие $[n_2] = K_2 : 3{,}5$

на сжатие при изгибе $[n_2'] = K_2 : 3{,}0$

При предварительных подсчетах, в случае отсутствия опытных данных о временном сопротивлении бетона, надлежит руководствоваться нижеследующей таблицей:

| Состав бетона | 1 : 1,5 : 30 | 1 : 2 : 4 | 1 : 2,5 : 5 | 1 : 3 : 6 | 1 : 4 : 8 |
|---|---|---|---|---|---|
| $K_2$ . . . . . | 200 | 180 | 140 | 100 | 80 |
| $[n_2]$ . . . . . | 60 | 55 | 40 | 30 | 25 |
| $[n_2']$ . . . . . | 70 | 60 | 45 | 35 | 25 |

§ 18. В сжатых элементах, расчетная длина в которых превосходит более, чем в 10 раз наименьшую величину радиуса инерции поперечного сечения, т. е. для которых отношение

$$\beta = \frac{l}{r} > 10$$

величины допускаемых напряжений подлежат снижению против указанных в § 17 значений путем помножения на коэффициент

$$\varphi = \frac{1}{a + b\beta^2}$$

В этой формуле $\beta$ имеет указанное ранее значение, а коэффициенты a и b соответственно равны величинам, указанным в нижеследующей таблице:

| Коэффициенты | a | b |
|---|---|---|
| Для железа . . . . . | 0,9916 | 0,000080 |
| Для дерева . . . . . | 0,9826 | 0,000174 |
| Для железобетона . . . | 0,9912 | 0,000088 |

Если отношение $\beta = \frac{l}{r}$ превосходит для железа величину $\beta = 105$, а для дерева $\beta = 100$, то коэффициент $\varphi$ вместо указанной выше формулы исчисляется по формуле

$$\varphi = \frac{10 : E}{\beta^2 K_2}$$

В этой формуле E—модуль упругости и $K_2$—временное сопротивление принимаются соответственно равными:

для железа $E = 21\,000$ kg mm$^2$ и $K_2 = 36$ kg/mm$^2$
для дерева $E = 110\,000$ kg cm$^2$ и $K_2$—К30 kg cm$^2$.

Коэффициент снижения для железобетона всегда исчисляется по первой из вышеприведенных формул.

При расчетах стержней прямоугольного и круглого сечений, вместо отношения $\beta = l : r$ можно пользоваться отношениями $\beta' = l : l_0$ и $\beta'' = l : d$, причем под $l_0$ разумеется меньшая из сторон прямоугольного сечения, а под d—диаметр круглого сечения.

В нижеследующей таблице приведены значения $\varphi$ при равных величинах $\beta$ и соответствующих им $\beta'$ и $\beta''$.

Таблица коэффициентов.

| β | β′ | β″ | Железо | Дерево | Железо-бетон. |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 2,89 | 2,50 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 15 | 4,33 | 3,75 | 0,990 | 0,979 | 0,989 |
| 20 | 5,77 | 5,00 | 0,976 | 0,950 | 0,974 |
| 25 | 7,21 | 6,25 | 0,960 | 0,916 | 0,955 |
| 30 | 8,66 | 7,50 | 0,940 | 0,878 | 0,934 |
| 35 | 10,10 | 8,75 | 0,917 | 0,836 | 0,910 |
| 40 | 11,54 | 10,00 | 0,893 | 0,793 | 0,883 |
| 45 | 12,99 | 11,25 | 0,866 | 0,749 | 0,855 |
| 50 | 14,43 | 12,50 | 0,839 | 0,705 | 0,826 |
| 55 | 15,88 | 13,75 | 0,811 | 0,663 | 0,695 |
| 60 | 17,32 | 15,00 | 0,781 | 0,622 | 0,764 |
| 65 | 18,76 | 16,25 | 0,752 | 0,582 | 0,731 |
| 70 | 20,21 | 17,50 | 0,722 | 0,545 | 0,703 |
| 75 | 21,65 | 18,75 | 0,694 | 0,510 | 0,673 |
| 80 | 23,09 | 20,00 | 0,665 | 0,477 | 0,643 |
| 85 | 24,54 | 21,25 | 0,636 | 0,446 | 0,615 |
| 90 | 25,98 | 22,50 | 0,610 | 0,418 | 0,587 |
| 95 | 27,42 | 23,75 | 0,582 | 0,392 | 0,560 |
| 100 | 28,87 | 25,00 | 0,558 | 0,367 | 0,534 |
| 105 | 30,31 | 26,25 | 0,534 | 0,333 | 0,510 |
| 110 | 31,75 | 27,50 | 0,482 | 0,303 | 0,486 |
| 115 | 33,20 | 28,75 | 0,441 | 0,277 | 0,464 |
| 120 | 34,64 | 30,00 | 0,405 | 0,254 | 0,443 |
| 130 | 37,53 | 32,50 | 0,345 | 0,217 | 0,404 |
| 140 | 40,41 | 35,00 | 0,298 | 0,187 | 0,368 |
| 150 | 43,30 | 37,50 | 0,259 | 0,163 | 0,337 |
| 160 | 46,19 | 40,00 | 0,228 | 0,143 | 0,308 |
| 170 | 49,07 | 42,50 | 0,202 | 0,127 | 0,283 |
| 180 | 51,96 | 45,00 | 0,180 | 0,113 | 0,260 |
| 200 | 57,74 | 50,00 | 0,146 | 0,092 | 0,222 |

§ 18. При совместном действии центрально приложенной сжимающей силы и изгибающего момента в случае, если не производится точный расчет напряжений понижению по нормам § 18 подлежит только часть напряжения, зависящая от центрально приложенной силы, т. е. уравнение прочности напишется в форме

$$\frac{[n_2']}{[n_2]} \cdot \frac{n_2^0}{\varphi} + n_2' \leqslant [n_2']$$

В этой формуле $n_2^0$ — фактическое напряжение, вызываемое центрально приложенной силой, остальные буквы имеют указанное рание знчение.

§ 20. Основанием опор предполагается естественный грунт. В случае слабого грунта (болотистого и т. д.) допускается устройство искусственного основания.

При расчетах фундаментов усилиями действующими на опоры, считаются силы указанные в §§ 13—16.

Нижние основания фундаментов и опорные подушки анкеров должны быть заложены ниже уровня промерзания грунта за исключением тех случаев, когда фундамент располагается на скале или грунт по природным своим свойствам исключает возможность выпучивания.

§ 21. Определение размеров поперечного сечения и глубины заложения фундамента одноногой опоры производится в зависимости от допускаемого давления со стороны фундамента на грунт и в предположении ложной заделки конца опоры в грунте, при чем в расчет допускается принимать реакцию грунта как по подошве, так и по боковым граням фундамента.

Допускаемое давление на грунт на нижней горизонтальной грани фундамента не должно превосходить максимального допускаемого давления для данного грунта на глубине заложения фундамента.

Для определения ширины фундамента и глубины его заложения может быть ирименен следующий метод:

Пусть R—допускаемое давление на грунт в тоннах на кв. метр;

P—равнодействующая горизонтальных сил, действующих на опору, в тоннах;

l—высота равнодействующей под уровнем грунта в метрах,

b—ширина фундамента в метрах с плоскими гранями; при цилиндрической форме фундамента под b следует понимать 0,75 d; где d—диаметр фундамента в метрах;

H—глубина заложения в метрах;
h—глубина точки нулевого давления в метрах;

Тогда $$R = K_1 \frac{P}{lb} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$H = K_2 \, l \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$h = K_3 \, H \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Задаваясь значением R, по данным P, b, l, находим из формулы (1) значение $K_1$, и из помещаемой ниже таблицы соответствующие ему значения $K_2$ и $K_3$, после чего с помощью формул (2) и (3) находим H и h.

В землистых грунтах наибольшее давление на грунт в точке $\frac{h}{2}$ для анкерных и их заменяющих угловых опор не должно превосходить $\frac{\varphi h}{2}$ kg/cm², где $\varphi$—вес 1m³ метра земли в тоннах, h—глубина в метрах; для всех остальных, т. е. промежуточных и угловых, не заменяющих анкерные, наибольшее давление на грунт в килограммах на кв. сантиметр не должно превосходить глубины заложения фундамента в метрах и во всяком случае не должно превосходить 2 kg/cm².

| $K_1$ | $K_2$ | $K_3$ |
|---|---|---|
| 0 | | 0,699 |
| 0,143 | 27,04 | 0,693 |
| 0,502 | 8,474 | 0,679 |
| 1,000 | 4,712 | 0,667 |
| 1,698 | 3,097 | 0,654 |
| 2,685 | 2,203 | 0,643 |
| 4,102 | 1,636 | 0,632 |
| 6,169 | 1,247 | 0,621 |
| 9,246 | 0,964 | 0,610 |
| 13,94 | 0,751 | 0,600 |
| 21,30 | 0,586 | 0,590 |
| 33,26 | 0,456 | 0,581 |
| 53,56 | 0,350 | 0,571 |
| 89,91 | 0,265 | 0,562 |
| 159,61 | 0,196 | 0,554 |
| 305,80 | 0,141 | 0,546 |
| 651,90 | 0,0957 | 0,537 |
| 1 627 | 0,0605 | 0,529 |
| 5 233 | 0,0338 | 0,522 |
| 26 820 | 0,0150 | 0,514 |
| 432 220 | 0,0038 | 0,507 |
| | 0 | 0,500 |

§ 22. Размеры поперечных сечений и глубины заложения фундаментов двуногих опор для противодействия усилиями нормальным к плоскости, проходящей через обе ноги опоры, определяются согласно указанным данным в § 21 для одноногих опор.

Размеры поперечных сечений и глубины заложения фундаментов и опорных подушек анкеров двуногих опор для противодействия усилиям, расположенным в плоскости, проходящей через обе ноги опоры, определяются на основании расчета устойчивости опоры против опрокидывания и наибольшего исчисления давления на грунт.

Опрокидывание опоры при фундаментах в виде столбов принимается вокруг места заделки одной ноги в фундамент, а при анкерных основаниях, вокруг оси, проходящей через одну ногу опоры на глубине заложения анкерной подушки.

При расчете, силами, противодействующими опрокидыванию опоры, считаются:

1) при фундаментах анкерного типа:

а) вес объема грунта в виде усеченного конуса или усеченной пирамиды, расположенных над опорной подушкой анкера, с образующей конуса или гранями пирамиды, наклоненными к вертикали под углом, зависящим от качества данного грунта,

б) вес опоры,

в) вес проводов и изоляторов, приходящихся на опору.

2) При фундаментах в виде столбов:

а) вес фундамента одной ноги,

б) вес опоры,

в) вес проводов и изоляторов, приходящихся на опору,

г) вес объема грунта, расположенного над фундаментом, если последний ступенчатый от формы, (исчисляется, согласно пункта I а, настоящего параграфа).

Коэффициент устойчивости опоры на опрокидывание при действии нагрузки согласно § 13 должны быть не менее 1,25 для промежуточных и 1,5 для анкерных и угловых. При обрыве проводов, т. е. при действии нагрузки согласно §§ 14 и 15 коэффициент устойчивости должен быть соответсвенно не менее 1,0 и 1,25.

Допускаемое давление на грунт определяется условиями, указанными в § 21.

Примечание: Как среднее значение для грунтов можно принять наклон образующей конуса или граней пирамиды к вертикали в 30″.

В случае, если наибольшие усилия, действующие на опору в плоскости проходящей через обе ноги ее, получаются при обледенелых проводах, то и при определении сил, противодействующих опрокидыванию опоры, провода следует считать обледенелыми.

§ 23. Определение размеров поперечного сечения и глубины заложения фундаментов для трех-четырех—и многоногих опор производится во всем аналогично изложенному в § 22 для двуногих опор, для случая действующих внешних сил в плоскости обоих ног, т.-е. исходя из сопротивления на опрокидывание опоры и сопротивления грунта сжатию.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### К „Нормам для Механического расчета электрических воздушных линий сильного тока".

Представляемые при записке нормы являются результатом работы особой Комиссии в составе Представителей Московского Отделения ЦЭС проф. Н. А. Сушкина и проф. А. Ф. Лолейта, Представителей Ленинградского Отделения ЦЭС проф. А. А. Смурова и проф. Н. П. Виноградова и представителей Русского Об-ва Электротехников Инж. А. А. Глазунова и Инж. А. М. Розенталя.

В основу работы Комиссии были положены действующие в настоящее время нормы, при чем в них были внесены поправки, дополнения и изменения в соответствии с данными современной практики и новейшими техническими течениями в области сооружения линий передач.

### Характеристика вновь разработанных Норм.

Прежде всего, необходимо обратить внимание, что предлагаемые на утверждение Съезда Нормы должны рассматриваться как временные, не могущие претендовать на исчерпывающую полноту и требующие дальнейшего уточнения и проработки.

В числе причин, не давших возможности разработать вопрос во всей его полноте, можно указать следующие: вопрос во многих

своих частях настолько нов, что часто нет достаточного материала проверенного практически, для установления многих коэффициентов, принимаемых при расчете линий. Вопрос о нормах для линий передач в высшей степени подробно дебатировался на Международном Конгрессе по линиям электропередач очень высоких напряжений, который поставил себе задачей выработку международных норм. В приложении к настоящей записке дана сводка оснований, принятых при разработке норм в различных странах. Из этой сводки видно насколько различны нормы в различных странах. Отличаются друг от друга и нормы для давления ветра, и запасы прочности, в минимальные допустимые сечения проводов, и классификация напряжений, и проч. Если к этому добавить еще, что многие вопросы, встречающиеся при установлении нормы, мало разработаны, как например, вопрос о величине модуля упругости для многопроволочных проводов, о зависимости давления ветра, от размеров проводов, и др., то станет понятным, что дать в настоящее время вполне точные коэффициенты не представляется возможным.

Многие методы и предположения, принимаемые в настоящее время при расчете линий передач, не совершенны, а часто и не соответствуют тем явлениям, которые происходят на самом деле при заданных условиях. Методы эти разрабатываются в настоящее время как в заграничной литературе, так и у нас, но окончательно проверенных практических результатов еще не получено. Как на примеры можно указать: определения натяжения в необорванных проводах в зависимости от прогиба промежуточных опор, установление данных для деревянных опор с остающимися деформациями, расчет линий при применении скользящих зажимов, нормирование тех усилий, которые могут получиться при этих зажимах в случае обрыва проводов, при гололеде и проч. Все эти вопросы требуют дальнейшего изучения и постановки соответствующих опытов,

Все только что сказанное и позволяет рассматривать предлагаемые на утверждение Съезду Нормы как временные, но, несмотря на это, обсуждение и принятие их Съездом является в высшей степени срочным, так как, по мнению Комиссии, разработанные ею Нормы более полны и совершенны, чем существующие, где нет, например, никаких указаний для расчета железо-

бетонных и деревянных опор, хотя у нас в Союзе уже построены сотни километров высоковольтных линий передач на деревянных опорах.

### Общая структура проектируемых Норм.

Общая структура проектируемых Норм несколько изменена по сравнению с существующими нормами в смысле большей последовательности в расположении материала.

В первых семи параграфах устанавливаются общие положения, которым должны удовлетворять воздушные линии сильного тока, нормируется высота подвеса провода над землей для различных условий, устанавливается наименьшее сечение проводов в зависимости от материала, устанавливаются средние расчетные величины для скорости и давления ветра, температуры и толщины гололеда. В §§ от 7 до 10 устанавливаются коэффициенты запаса прочности, принимаемые при расчете проводов, даются средние цифры, характеризующие свойство материалов, из которых изготовляются провода, и устанавливаются условия, которые надлежит принимать при расчете проводов.

В §§ 10—19 устанавливается классификация опор, даются условия, принимаемые при расчете опор, в зависимости от их назначения, даются расчетные формулы и числовые коэффициенты, которыми надлежит руководствоваться, как средними величинами, при расчете железных, железобетонных и деревянных опор.

В §§ 20—23 включительно устанавливаются основания для расчета фундаментов и даются нормы для допустимых давлений на грунт.

Переходя к отдельным параграфам рассматриваемых Норм, можно сделать следующие пояснения к ним.

### Заглавие.

Так как рассматриваемые Нормы относятся и к питательным линиям, и к распределительным сетям, независимо от их напряжений, протяженности и передаваемой мощности, то заглавие разрабатываемых Норм установлено в более общей форме, чем это имело место в существующих нормах, где говорилось «о механическом расчете линий электропередач», при чем на

практике под термином «линии электропередач» часто подразумевают питательные линии, а не распределительные сети.

§ 1.—В существующих Нормах параграф этот отсутствует, но он, по мнению Комиссии, является необходимым, так как он определяет пределы применения рассматриваемых Норм и указывает, что в специальных случаях необходимо руководствоваться особыми правилами и нормами. К числу таких особых специальных случаев следует отнести: одобренные ЦЭС нормы для пересечения телеграфных и телефонных линий линиями для передачи энергии, временные правила ограждения телефонных, телеграфных и сигнализационных линий от вредного действия установок сильного тока. К числу таких же правил следует отнести и разрабатываемые в настоящее время правила «перехода линий передачи через железнодорожные мосты».

§ 2.—Параграф 2-й рассматриваемых Норм заметно отличается от соответствующего параграфа старых норм (§ 1-й), кроме редакции и в том отношении, что расстояние между анкерными опорами установлено в 3 km для случая жестких опор и в $1^1/_2$ km для случая гибких опор против соответствующих цифр в $2^1/_2$ и 1 km, указанных в старых нормах.

При обсуждении вопроса Комиссией, некоторыми из ее членов указывалось, что во многих случаях анкерные опоры являются излишними, например при скользящих зажимах, при деревянных опорах с остающимися деформациями, так как в данных случаях падение опор, в случае обрыва проводов, маловероятно, для монтажа же можно делать временные якоря. Во многих странах нормы вообще не упоминают о необходимости ставить анкерные опоры. Стоимость анкерных опор сравнительно велика и существенно влияет на общую стоимость линий электропередач. После детального обсуждения вопроса Комиссия, имея в виду недостаточность практических данных об эксплоатации линий со скользящими зажимами и опорами с неупругими деформациями, решила, что установка анкерных опор на линии необходима и сочла только возможным увеличить расстояние между анкерными опорами в случае жестких опор до 3 km указанных в германских нормах.

Установление особой пониженной нормы для расстояния между анкерными опорами для случая линий с гибкими опорами также находило возражение в Комиссии. Линии на гибких опорах должны

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила устройства и нормы для незащищенных двухполюсных штепсельных розеток и штепселей до 6 А, 250 V. *)

(Вступают в силу с 1 января 1928 года).

Настоящие Правила устройства и Нормы содержат указания для конструирования и производства розеток и штепселей, обеспечивающих правильное присоединение их к сети и надежную их эксплоатацию и преследуют цель получения возможности заменять нормированные части их новыми на месте самой установки, независимо от их происхождения.

(Отделы А, Б, В и Г „Норм для конструирования и испытания установочных изделий“ остаются в силе).

### I. Штепсельные розетки.

§ 1.

а) Розетки, в соответствии с Правилами устройства, а также с нормами ОСТ должны быть так устроены, чтобы они удовлетворяли в эксплоатационном отношении „Правилам безопасности и правилам устройства электротехнических сооружений сильных токов“, а в отношении механической прочности „Нормам для конструирования и испытания установочных изделий“.

Резьба должна быть выполнена по Нормам ОСТ.

1. Нормированные размеры обязательны по Нормам ОСТ.

2. Винты, гайки, шайбы и т. п. должны быть выполнены по Нормам ОСТ.

§ 2.

а) Номинальный ток, номинальное напряжение, фабричная марка и знак, свидетельствующий о допущении типа, должны быть нанесены на несъемной части розетки.

---

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

Эти обозначения должны быть так нанесены, чтобы их нельзя было легко уничтожить.

§ 3.

а) Гильзы должны быть укреплены в теле розетки таким образом, чтобы была устранена возможность их вращения.

Все части розетки должны быть так закреплены, чтобы в эксплоатации не могла образоваться слабина или взаимные перемещения этих частей.

Находящиеся под напряжением части, расположенные на стороне розетки, обращенной к стене, должны быть защищены при помощи сыростестойкой изоляции, напр., сыростестойкой и теплостойкой заливочной массой, в том случае, если расстояние этих астей от стены менее 10 mm.

§ 4.

а) Для присоединения проводов должны применяться винтовые зажимы и именно такие, в которые концы проводов могут быть заведены без особой подготовки их и из которых они не могли бы выдергиваться.

Для пропуска проводов с задней стороны должно быть предусмотрено достаточное место.

1. Корпусы розетки должны быть так сконструированы и их металлические части должны быть так на них закреплены, чтобы концы проводов сечением до 2,5 $mm^2$, могли быть к ним присоединены и прочно привинчены.

§ 5.

а) Части розетки, доступные прикосновению, должны быть сделаны из изолирующего материала, в противном случае должны быть приспособлены для заземления.

б) Покрышки должны быть закреплены на розетке особыми винтами и должны обеспечивать от прикосновения к токоведущим частям при вставлении штепселя.

1. Розетка должна быть так сконструирована, чтобы провод мог быть введен под прямым углом к линии соединения отверстий для крепительных винтов к стене.

2. Розетки могут конструироваться с предохранителями и без них.

## II. Штепселя.

### § 6.

а) Штепселя, в соответствии с Правилами устройства, а также с нормами ОСТ должны быть так устроены, чтобы они удовлетворяли в эксплоатационном отношени „Правилам безопасности и правилам устройства электротехнических сооружений сильных токов“, а в отношении механической прочности „Нормам длл конструирования и испытания установочных изделий“.

Резьба должна быть выполнена по Нормам ОСТ.

1. Нормированные размеры обязательны по Нормам ОСТ.

2. Винты, гайки, шайбы и т. п. должны быть выполнены по Нормам ОСТ.

### § 7.

а) Номинальный ток и номинальное напряжение, фабричная марка и знак, свидетельствующий о допущении типа, должны быть нанесены на внешней стороне штепселя.

Эти обозначения должны быть так нанесены, чтобы их нельзя было легко уничтожить.

### § 8.

а) Штифты, штепселя и присоединительные зажимы должны быть накрепко соединены между собой. Штифты не должны вращаться.

### § 9.

а) Части корпуса штепселя, доступные прикосновению, должны состоять из изолирующего материала, если они не приспособлены для заземления.

1. Корпус штепселя должен состоять из нескольких частей и так быть устроен, чтобы легко было присоединять и контролировать провода.

б) Основание штепселя, прилегающее к розетке, должно иметь круглое очертание.

### § 10.

а) Подвижные штепселя и соединительные розетки (висячие штепсельные соединения) должны быть так сконструированы, чтобы

места присоединения проводов были свободны от натяжения, а оплетка проводов была обеспечена от ее сползания.

б) В штепселя должны входить шнуры и провода с резиновыми оболочками сечением в 1,5 $mm^2$.

Для испытания штепсельных соединений служат §§ 20 до 23 «Норм для конструирования и испытания установочных изделий.»

---

**Цена—10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит. № 37.725 Тираж 1.700 экз. 1/4 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета*

## Правила устройства и нормы для однополюсных коробчатых выключателей до 6 ампер, 250 вольт. *).

(Вступает в силу с 1 января 1928 года).

Настоящие Правила устройства и Нормы содержат указания для конструирования и производства коробчатых выключателей, обеспечивающие правильное присоединение их к сети и надежную их эксплоатацию и преследуют цель получения возможности заменять нормированные части их новыми на месте самой установки, независимо от их происхождения.

(Отделы А, Б, В и Г «Норм для конструирования и испытания установочных изделий» остаются в силе).

§ 1.

а) Настоящие Правила относятся к однополюсным выключателям на 4 и 6 А, 250 V, и для однополюсных переключателей на и 4 А, 250 V.

1. Нормальным номинальным напряжением считается 250 V.

§ 2

а) Выключатели в соответствии с Правилами устройства, а также с Нормами ОСТ должны быть так устроены, чтобы они удовлетворяли в эксплоатационном отношении «Правилам безопасности и правилам устройства электротехнических сооружений сильных токов». а в отношении механической прочности «Нормам для конструирования и испытания установочных изделий».

Резьба должна быть выполнена по Нормам ОСТ.

1. Нормированные размеры обязательны по Нормам ОСТ.

*) Одобрены XXII сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

2. Винты, гайки, шайбы и т. п. должны быть выполнены по Нормам ОСТ.

§ 3.

а) Номинальный ток и номинальное напряжение, фабричная марка и знак, свидетельствующий о допущении типа, должны быть нанесены на не съемной части выключателя.

Эти обозначения должны быть так нанесены, чтобы их нельзя было легко уничтожить.

§ 4.

а) Все части выключателя должны быть так закреплены, чтобы в эксплоатации не могла образоваться слабина или взаимные перемещения этих частей. Все металлические части механизма должны быть изолированы от частей, находящихся под напряжением.

Находящиеся под напряжением части, расположенные на стороне цоколя, обращенной к стене, должны быть защищены сыростестойкой и теплостойкой заливочной массой в том случае, если расстояние этих частей от стены менее 10 mm.

§ 5.

а) Контакты должны быть трущиеся.

1. Выключатели должны быть мгновенного действия. Вместо мгновенного размыкания в выключателях трехфазнаго тока считается достаточным устройство, имеющее устойчивое положение включения.

§ 6.

а) для присоединения проводов должны применятся винтовые зажимы и именно такие, в которые концы проводов могут быть заведены без особой подготовки их и из которых они не могли бы выдергиваться.

Пространство для помещения проводов должно быть рассчитано с запасом.

1. Цоколя должны быть так сконструированы и их металлические части должны быть так на них закреплены, чтобы концы проводов сечением до 2,5 $mm^2$ могли быть к ним присоединены и прочно привинчены.

2. Выключатели должны быть так построены, чтобы провода могли быть введены под прямым углом к линии соединения отверстий для крепительных винтов к стене.

§ 7.

а) У коробчатых включателей ручка должна быть так закреплена, чтобы она, при вращении влево, не могла отвинтиться непосредственно.

1. Ручка должна в выключенном положении быть расположена по линии, соединяющей отверстия для крепительных винтов.

Для испытания однополюсных коробчатых выключателей служат §§ 11 до 14 «Норм для конструкции и испытания установочных изделий».

**Цена—10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37.722 Тираж 1.700 экз. 1/4 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила устройства и нормы для незащищенных двухполюсных штепсельных розетон и штепселей до 10 А, 250 V. *)

(Вступают в силу с 1 января 1928 года).

Настоящие Правила устройства и Нормы содержат указания для конструирования и производства розеток и штепселей, обеспечивающие правильное присоединение их к сети и надежную их эксплоатацию, и преследуют цель получения возможности заменять нормированные части их новыми на месте самой установки, независимо от их происхождения.

(Отделы А, Б, В и Г «Норм для конструирования и испытания установочных изделий остаются в силе).

### I. Штепсельные розетки.

§ 1.

а) Розетки, в соответствии с Правилами устройства, а также Нормами ОСТ должны быть так устроены, чтобы они удовлетворяли в эксплоатационном отношении «Правилам безопасности и правилам устройства электрических сооружений сильных токов», а в отношении механической прочности «Нормам для конструирования и испытания установочных изделий».

Резьба должна быть выполнена по Нормам ОСТ.

1. Нормированные размеры обязательны по Нормам ОСТ.

2. Винты, гайки, шайбы и т. п. должны быть выполнены по Нормам ОСТ.

§ 2.

а) Номинальный ток и номинальное напряжение, фабричная марка и знак, свидетельствующий о допущении типа, должны быть нанесены на несъемной части розетки.

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

Эти обозначения должны быть так нанесены, чтобы их нельзя было легко уничтожить.

§ 3.

а) Гильзы не должны вращаться в теле розетки.

Все части розетки должны быть так закреплены, чтобы в эксплоатации не могла образоваться слабина или взаимное перемещение этих частей.

Находящиеся под напряжением части, расположенные на стороне розетки, обращенной к стене, должны быть защищены при помощи сыростестойкой изоляции, напр., сыростестойкой и теплостойкой заливной массы, в том случае, если расстояние этих частей от стены менее 10 mm.

б) Гильзы должны быть пружинящими.

§ 4.

а) Для присоединения проводов должны применяться винтовые зажимы и при том такие, в которые концы проводов могут быть заведены без особой подготовки их и из которых они не могли бы выдергиваться.

Пространство для помещения проводов должно быть рассчитано с запасом.

1. Корпуса розеток должны быть так сконструированы и их металлические части на них так закреплены, чтобы концы проводов сечением до 4 $mm^2$ могли быть к ним присоединены и прочно привинчены.

§ 5.

а) Части розетки, доступные прикосновению, должны состоять из изолирующего материала, если они не приспособлены для заземления.

б) Покрышки должны быть закреплены особыми винтами и должны обладать достаточной защитой во время вставления штепселя.

1. Розетка должна быть так сконструирована, чтобы провод мог быть введен под прямым углом к линии соединения отверстий для крепительных винтов к стене.

## II. Штепселя.

### § 6.

а) Штепселя, в соответствии с Правилами устройства, а также Нормами ОСТ, должны быть так устроены, чтобы они удовлетворяли в эксплоатационном отношении «Правилам безопасности и правилам устройства электротехнических сооружений сильных токов», а в отношении механической прочности «Нормам для конструирования и испытания установочных изделий».

Резьба должна быть выполнена по Нормам ОСТ.

1. Нормированные размеры обязательны по Нормам ОСТ.

2. Винты, гайки, шайбы и т. п. должны быть выполнены по Нормам ОСТ.

### § 7.

а) Номинальный ток и номинальное напряжение, фабричная марка и знак, свидетельствующий о допущении типа, должны быть нанесены на внешней стороне штепселя.

Эти обозначения должны быть так нанесены, чтобы их нельзя было легко уничтожить.

### § 8.

а) Штифты штепселя и присоединительные зажимы должны быть накрепко соединены между собой. Штифты не должны вращаться.

### § 9.

а) Части корпуса штепселя, доступные прикосновению, должны быть изготовлены из изолирующего материала, в противном случае должны быть приспособлены для заземления.

1. Корпус штепселя должен состоять из нескольких частей и так быть устроен, чтобы было легко присоединять и контролировать провода.

б) Плоскость, прилегающая к розетке, должна иметь круглое очертание.

### § 10.

а) Подвижные штепселя и соединительные розетки должны быть так сконструированы, чтобы места присоединения проводов были

свободны от натяжения, а оплетка проводов была обеспечена от ее сползания.

б) В штепселя должны входить шнуры и провода с резиновыми оболочками сечением в 2,5 $mm^2$.

Для испытания штепсельных соединений служат §§ 20 до 23 Норм для конструирования и испытания установочных изделий.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37.825 Тираж 1.700 экз. 1/4 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Нормы для меди Международной Электротехнической Комиссии [1]).

Определения:

а) Для металла в форме проволоки произвольной длины и однородного сечения сопротивляемость, отнесенная к единице объема (volume resistivity, resistivité) есть произведение сопротивления на поперечное сечение, разделенное на длину.

б) Сопротивляемость, отнесенная к единице массы (mass resistivity, densiresistivité) для того же металла есть произведение сопротивления на единицу длины и массы на единицу длины.

в) Сопротивляемость, отнесенная к единице объема ($\rho$), сопротивляемость, отнесенная к единице массы ($\sigma$) и плотность (d) связаны соотношением $\sigma = \rho d$.

Единицы:

В этих нормам, при отсутствии иных оговорок, за единицу массы принимается грамм, за единицу длины—метр,—за единицу поперечного сечения—квадратный миллиметр, и за единицу объема—кубический сантиметр. Вследствие этого, применяемая здесь единица сопротивляемости, отнесенной к единице объема, есть ом — квадратный миллиметр на метр $\left(\frac{\Omega mm^2}{m}\right)$, а единица сопротивляемости, отнесенной к единице массы, есть ом—грамм на квадратный метр $\left(\frac{\Omega . g}{m^2}\right)$.

### 1. Образцовая отожженная медь.

Для образцовой отожженной меди следующие величины принимаются в качестве нормальных.

---

[1]) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г. для внесения не IX ВЭС.

1) При температуре 20° C сопротивление проволоки из образцовой отожженной меди при длине проволоки в 1 m и однородном сечении в $1 mm^2$ равно:

$$\frac{1}{58}\ \Omega = 0{,}017241\ \Omega$$

2) При температуре 20° C плотность образцовой отожженной меди выражается 8,89 $g/cm^2$.

3) При температуре 20° C коэффициент изменения сопротивления при изменении температуры у образцовой отожженной меди (сопротивление измерялось между двумя точками присоединения проводов потенциометра к испытуемой проволоке), оказался (при постоянной массе) равным:

$$0{,}00393 = \frac{1}{254{,}45\ \ldots}\ \text{на}\ 1°C$$

4) Следовательно, из 1) и 2) можно заключить, что при температуре 20° C сопротивление проволоки из отожженной образцовой меди однородного сечения, имеющей 1 m длины и массу в 1 g, равно:

$$\frac{1}{58} \times 8{,}89 \text{ или } 0{,}15328\ \Omega$$

## 2. Техническая медь.

1) Проводимость технической отожженной меди должна выражаться при температуре 20° C в процентах проводимости образцовой отожженной меди, и это числовое значение следует рассчитать с точностью до $0{,}1\%$.

2) Проводимость отожженной технической меди должна вычисляться на основании следующих предположений:

а) Отклонение температуры, при которой должны производиться наблюдения, от температуры 20° C не должно превышать 10° C.

б) Сопротивление проволоки из технической меди в 1 m длиною и сечением в $1 mm^2$ увеличивается на 0,000068 Ω на 1° C.

в) Сопротивление проволоки из технической меди в 1 m длиною и массою в 1 g увеличивается на 0,00060 Ω на 1° C.

г) Плотность технической отожженной меди при температуре 20° C есть 8,89 $g/cm^3$.

Приведенное здесь значение плотности следует применять при вычислении относительной проводимости образцовой отожженной меди.

Из этих предположений следует, что, если при температуре t° C, R есть выраженное в омах сопротивление проволоки, имеющей длину l m и массу mg, то сопротивление проволоки из той же меди длиною в 1 m и сечением в 1 $mm^2$ будет

$$\frac{R_m}{l^2 \times 8{,}89} \text{ при } t^\circ C$$

$$\frac{Rm}{l^2 \times 8{,}89} + 0{,}000068\ (20 - t) \text{ при } 20^\circ C$$

Относительная приводимость этой меди равна, следовательно

$$100 \times \frac{\frac{1}{58}}{\frac{R_m}{l^2 \times 8{,}89} + 0{,}000068\ (20 - t)}$$

и подобным же образом сопротивление проволоки из той же меди длиною в 1 m и массою в 1 g равно

$$\frac{Rm}{l^2} \text{ при } t^\circ C$$

$$\text{и } \frac{R_m}{l^2} + 0{,}00060\ (20 - t) \text{ при } 20^\circ C.$$

Относительная же проводимость равна:

$$100 \times \frac{0{,}15328}{\frac{R_m}{l^2} + 0{,}00060\ (20^\circ - t)}$$

Примечание 1. Приведенные выше 1) нормальные значения суть средние значения, выведенные из большого числа опытов. У многих образчиков меди, обладающих нормальною проводимостью, плотность может отличаться от нормальной до 0,5%, и коэффициент изменения сопротивления с температурою может отличаться от нормального коэффициента до 1%; но в границах, указанных во 2), эти отклонения не оказывают влияния на значения сопротивления, при условии ограничения вычислений четырьмя значащими цифрами.

Примечание 2. Вышеприведенные данные согласуются со следующими физическими постоянными для образцовой отожженной меди:

| | |
|---|---|
| Плотность при 0° | 8,90 |
| Коэффициент линейного расширения | 0,000017 на 1° |
| Сопротивляемость при 0°C | $1,588_1$ |
| Коэффициент изменения сопротивляемости на 1°C | $0,00428_2$ |

Коэффициент изменения сопротивляемости при постоянстве массы

$$0,00426_5 = \frac{1}{234,45}$$

Примечание 3. Определения температурных коэффициентов.

1. Коэффициент изменения сопротивления с температурой при постоянной массе и свободном расширении.

Если $R_1$ и $R_2$ есть измеренные при температурах $t_1$ и $t_2$ сопротивления однородной проволоки, между двумя точками, неразрывно связанными с проволокой, то коэффициент изменения сопротивления при постоянной массе и свободном расширении ($\alpha_1$) для температуры $t_1$ определяется формулой:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$$

2. Коэффициент изменения сопротивляемости, отнесенной к единице объема, с температурой.

Если $\rho$ обозначает сопротивляемость проволоки, отнесенную к единице объема, т. е. если сопротивление R проволоки равно $\rho \frac{1}{s}$ (l —длина проволоки, S—сечение) и если для температуры $t_1$ коэффициент изменения сопротивляемости, отнесенной к единице объема с температурой, обозначить через $\beta_1$, применяя остальные обозначения те же, что и ранее, то получаем:

$$\rho_2 = \rho_1 [1 + \beta (t_2 - t_1)]$$

Если $\gamma$ означает коэффициент линейного расширения металла, то, приблизительно:

3. Коэффициент изменения сопротивляемости, отнесенной к единице массы, с температурой.

Если $\sigma$ означает сопротивляемость, отнесенную к единице массы, т. е. если сопротивление R проволоки равно $\sigma \frac{l^2}{m}$, где ее длина и m ее масса и если коэффициент изменения сопротивляемости, отнесенной к единице массы, с температурой, для температуры $t_1$, обозначить через $\beta^1{}_1$, то получаем:

$$\sigma_2 = \sigma_1 \, [1 + \beta^1{}_1 \, (t^2 - t_1)]$$

причем, приблизительно:

$$\beta^1{}_1 = \alpha_1 - 2\gamma$$

## Нормы для технической проводниковой меди.

§ 1. Медные провода должны быть изготовлены из технической проводниковой меди.

Проводимость технической проводниковой меди при температуре 20° C должна быть не менее 96,5% проводимости при той же температуре, образцовой оттожженной меди, принятой, согласно Международных Норм равной 58.

Соответственно этому, при температуре 20° C сопротивление проводниковой меди при длине проволоки в 1 m и однородном сечении в 1 $mm^2$ должно быть не более 0,01784 Ω.

Сопротивление проволоки из проводниковой меди в 1 m длиною и сечением в 1 $mm^2$ увеличивается на 0,000068 Ω на 1° C.

§ 2. Определение полезного сечения медных проводов производится путем измерения сопротивления, причем для 1 $mm^2$ принимается сопротивление в 0,01784 Ω на 1 m длины; для многопроволочных жил и для сложных проводов принимается в расчет длина готового провода, т. е. без добавления на скрутку.

§ 3. При исследовании, изготовлен ли медный провод из проводниковой меди, т. е. удовлетворяет ли последняя условиям § 1, поперечное сочетание следует определять из веса и длины куска отдельной выпрямленной проволоки, причем, если не производится особое определение удельного веса, за таковой принимается величина 8,89.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38273. Тираж 1.700 экз. 5/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центральнаго Электротехническаго Совета.*

## О включении в число стандартных напряжений трехфазного тока напряжнния в 500 V.

В «Стандартных нормах устройства для передачи и распределения электрической энергии переменными токами», утвержденных VIII Всероссийским Электротехническим Съездом, в числе стандартных напряжений—напряжение в 500 V для трехфазного тока указано с оговоркой, что оно не рекомендуется и допускается, как исключение для тех существующих установок, где затруднительно обойтись без промежуточного напряжения между низким в 210 V и высоким в 3 000 V.

Комиссия Центрального Электротехнического Совета, вырабатывавшая проект этих норм, руководствовалась тем соображением, что установки в 500 V обыкновенно устраивались без соблюдения тех требований, которые предъявляются к установкам высокого напряжения, результатом чего являлось большое число несчастных случаев на установках с этим напряжением. Однако, во многих случаях фабрично-заводского оборудования, в особенности там, где должно работать большое число маломощных двигателей, низкое напряжение в 210 V является неудовлетворительным, так как требует больших затрат на провода, а напряжение высокое, в 3 000 V, не применимо к малым двигателям. Типичным примером подобного рода являются электрические оборудования текстильных фабрик. На этих фабриках во всех странах до такой степени укрепилось напряжение в 500 V, что при устройстве их электрического оборудования об ином напряжении не бывает и речи.

Это напряжение очень часто является наиболее целесообразным также и на многих других фабриках и заводах, где, на ряду с большой мощностью применяется большое число малосильных двигателей. Эти практические требования приводят к тому, что напряжение в 500 V, вопреки нашим правилам, из фабрично-заводской практики выйти не может.

С другой стороны, необходимо заметить, что техника изготовления электрической аппаратуры за последние годы сильно развилась и усовершенствовалась, требования, предъявляемые к ней в отношении безопасности, повысились и, если к установкам с напряжением в 500 V будут предъявлены общие правила, относящиеся к установкам высокого напряжения, то современная аппаратура сможет этим требованиям вполне удовлетворить.

Таким образом, те соображения, которые в свое время заставили это напряжение принять лишь как допускаемое, а не как рекомендуемое, в настоящее время в значительной мере отпали.

Принимая это во внимание и учитывая требования технической практики, Комиссия по выработке правил испытания электрических машин и трансформаторов, состоящая при Лгр. Отд. Центрального электротехнического Совета признала желательным вопрос о напряжении трехфазного тока в 500 V пересмотреть, включить его в число нормальных напряжений, с распространением на него всех тех требований правил устройства и безопасности, которые предъявляются к установкам высокого напряжения.

Это предложение Особый Комитет по электротехническим нормам и правилам вносит Ц. Э. С. с просьбой подвергнуть его обсуждению и включить в число вопросов, подлежащих рассмотрению предстоящего IX Электротехнического Съезда.

---

**Цена — 10 коп.**

**Для членов —Съездабесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.430. Тираж 1.700 экз. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Технические условия на поставку приемных электронных ламп типа Р—5 *).

§ 1. Приемные электронные лампы типа Р—5 должны иметь максимальный габарит $45 \times 45 \times 125$ mm и должны снабжаться стандартным французским цоколем.

§ 2. Сопротивление изоляции цоколя между ножками нити, анода и сетки должно быть не менее 40 MΩ.

§ 3. Нормальное напряжение накала 3,8 V.
Нормальное анодное напряжение 80 V.

§ 4. При нормальном напряжении накала (3,8 V) ток накала должен быть не более 750 mA.

§ 5. При нормальном режиме (§ 3) полная эмиссия должна быть не менее 4,0 mA.

Примечание: Измерение должно производиться при соединении анода с сеткой.

§ 6. При нормальном режиме (§ 3) крутизна характеристики, в пределах от 0 до + 2 V напряжения на сетке, должна быть не ниже 0,25 mA/V.

§ 7. При нормальном режиме (§ 3) усилительная постоянная должна быть не менее 8,0.

§ 8. При напряжении накала 3,8 V, анодном напряжении 80 V и при свободной сетке,—минимальный срок работы 90% от числа испытываемых ламп должен быть не менее 500 часов.

§ 9. Испытанию по §§ 1—7 подвергаются 5% из предъявленной партии, но не менее 10 штук.

§ 10. Испытанию по § 8 подвергается 2% предъявленной партии, но не менее 10 штук, причем испытание прекращается по истечении 500 часов.

---

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г. для внесения на IX ВЭС.

Примечание: Испытание на срок работы (§ 8) производится только по желанию заказчика и за его счет.

§ 11. Вся партия ламп, предъявленная к сдаче, бракуется, если из отобранного на испытание количества ламп свыше 20% окажутся ве удовлетворяющими техническим условиям §§ 1—7.

Если таковых ламп окажется меньше 20%, но свыше 5%, то производится повторное испытание, при чем берется двойное, по сравнению с первым испытанием, количество ламп.

Наличие при повторном испытании свыше 5% неудовлетворительных ламп ведет к забракованию предъявленной партии.

Партии, давшие при первом или повторном испытании не свыше 5% ламп, неудовлетворяющих техническим условиям § 1—7, признаются годными.

---

**Цена—10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн“ Центриздата Народов СССР. Красная, 1.
Ленинградский Гублит № 37.827 Тираж 1.700. экз. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центральнаго Электротехническаго Совета.*

## Технические условия на поставку приемных электронных ламп типа «Микро». *)

§ 1. Приемные электронные лампы типа «Микро» должны иметь максимальный габарит 45×45×125 mm и должны снабжаться стандартным французским цоколем.

§ 2. Сопротивление изоляции цоколя между ножками нити, нода и сетки должно быть не менее 40 MΩ.

§ 3. Нормальное напряжение накала от 3,2 до 3,6V.

Нормальное анодное напряжение 80V.

§ 4. При напряжении накала 3,6V ток накала должен быть не более 75 mA.

§ 5. При напряжении накала 3,6V и анодном напряжении в 80V полная эмиссия должна быть не менее 4,0 mA.

Примечание: Измерение должно производиться при кратковременном соединении анода с сеткой.

§ 6. При режиме, указанном в § 5, крутизна характеристики, в пределах от 0 до + 2V напряжения на сетке, должна быть не ниже 0,30 mA/V.

§ 7. При режиме, указанном в § 5, усилительная постоянная должна быть не менее 9,0.

§ 8. При напряжении накала 3,6V, анодном напряжении 80V и при свободной сетке,—минимальный срок работы 85% от числа испытываемых ламп должен быть не менее 500 часов, причем выдержавшими настоящее испытание признаются те лампы, которые по истечении указанного срока работы сохраняют не менее 3 mA эмиссии, измеряемой согласно § 5.

§ 9. Испытанию по §§ 1—7 подвергаются 5% из предъявленной партии, но не менее 10 штук.

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

§ 10. Испытанию по § 8 подвергается 2% предъявленной партии, но не менее 10 штук, причем испытание прекращается по истечении 500 часов.

Примечание: Испытание на срок работы (§ 8) производится только по желанию заказчика и за его счет.

§ 11. Вся партия ламп, предъявленная к сдаче, бракуется, если из отобранного на испытание количества ламп свыше 20% окажутся неудовлетворяющими техническим условиям §§ 1—7.

Если таковых ламп окажется меньше 20%, но свыше 5%, то производится повторное испытание, причем берется двойное, по сравнению с первым испытанием, количество ламп.

Наличие при повторном испытании свыше 5% неудовлетворительных ламп ведет к забракованию предъявленной партии.

Партии, давшие при первом или повторном испытании не свыше 5% ламп, неудовлетворяющих техническим условиям §§ 1—7, признаются годными.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит. № 37.723 Тираж 1.700 экз. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Технические условия для нормальных речных телеграфных кабелей *)

Изоляция из вулканизированной резины (Гуппер).

### А. Конструкция.

Речные кабели могут быть трехжильные, семижильные, двенадцатижильные, девятнадцати и двадцати семи-жильные.

Жила скручивается из семи медных отожженных и хорошо полуженных проволок диаметром каждая 0,5 mm.

Изоляция каждой жилы состоит из трех слоев: внутреннего слоя чистого натурального каучука, толщиной 0,3mm и двух слоев резины: среднего из смешанного каучука—сепаратора, толщиною 0,4mm и наружного, вулканизированного смешанного каучука толщиною 0,5 mm. Сверх трех изолирующих слоев жила обматывается двухсторонне прорезиненной лентой. Наружный диаметр такой жилы должен быть не более 4,5mm.

Скрутка из определенного числа изолированных жил с продольной танированной пряжей из джута, круглой формы, покрывается двухсторонне-прорезиненной лентой и спрессовывается сплошной свинцовой оболочкой, толщиной в кабелях до 7 жил, в 1,2 mm и в кабелях 7 жил—в 1,5 mm. Сверх свинца накладываются последовательно следующие слои:

а) кабельной пропитанной бумаги, толщиной 0,2 mm,
б) джута, толщиной 1 mm,
в) железной брони из оцинкованных проволок: круглых, диаметром в 2 mm в кабелях до 7 жил и в 2,5 mm в кабелях из 12 жил; плоских проволок трапецевидных сечений в 1,5 × 3,4/3,2 или 1,5 × 4,8/4, 6 mm в кабелях из 19 и в 1,7 × 6,5/6 mm — в кабелях из 27 жил и
г) наружного джута-компаунда, толщиной 1,5 mm.

*) Одобрена XXII Сессией Пленума ЦЭС., 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

Кабели могут изготовляться и без свинцовой оболочки и тогда поверх прорезиненной ленты накладывается обмотка из таниро ванного джута, толщиною не менее 2 mm и непосредственно на эту обмотку накладываются вышеуказанная броня и наружный слой джутакомпаунд и наружная оболочка по требованию заказчика.

Речные кабели, предназначенные для прокладки через большие судоходные реки, сверх указанных выше брони и наружной оболочки, должны иметь вторую броню, состоящую из железных оцинкованных проволок, диаметром в 5 mm и наружную обмотку из джута-компаунд, толщиною не менее 2 mm.

Винтовой ход проволок как первой, так и второй брони, должен быть равен 15-20 диаметрам кабеля, считая диаметр до поверхности, на которую накладывается броня, с отступлением не более 5% в ту и другую сторону; стыки проволок брони должны быть сделаны посредством сварки или медного припоя, при чем расстояние междустыками должно быть не менее 2 m. Снаружи кабель должен быть покрыт меловым или известковым раствором.

Примечания: 1. Вместо джута могут быть применены пенька или кенаф.

2. Вместо двойной брони можно употреблять ординарную из железных профильных не цилиндрических оцинкованных проволок.

## Б. Качество изделий и материалов.

Медные проволоки: отжиг, проводимость и все прочие электрические и механические качества должны удовлетворять действующим нормам ВЭС.

Полуда медной проволоки не должна иметь на своей поверхности черного налета, не поддающегося стиранию тряпкой, смоченной бензином, спиртом или эфиром.

Резина не должна содержать менее 33,3%, по весу, чистого каучука, в котором должно быть не менее 92% химически чистого гумми.

Физическое испытание изоляции. С испытуемого проводника снимают кусок изоляции, в виде трубочки, длиною не менее 150 mm, и на его средней части делают две заметки на расстоянии одна от другой 50 mm. Потом кусок ре-

зины медленно растягивается до тех пор, пока между метками не получится расстояние в 100 mm и тотчас отпускается; спустя 30 секунд после этого расстояние между метками не должно превосходить 62 mm.

Два небольших куска изоляции, прижатых металлическими плашками друг к другу своими наружными поверхностями и помещенные в воздушную ванну на $^1/_2$ часа при температуре $+120°$ C, не должны слипаться друг с другом.

Отдельная жила телеграфного кабеля, обнаженная от обрезиненной ленты и навернутая на стержень равного с ней диаметра в количестве 20 витков, не должна на поверхности изолирующего слоя давать ни малейших трещин.

Электрическое испытание изоляции. Каждая жила речного кабеля до скрутки их подвергается после пребывания в воде 24 часа: 1) измерению омического сопротивления как медной жилы, так и сопротивления изоляции между жилой и водой 2) испытанию в течение $^1/_2$ часа на напряжении 2 000 V переменного тока между жилой и водой.

Омическое сопротивление медной жилы должно соответствовать нормам отожженной проводниковой меди, а омическое сопротивление изоляции должно быть не менее 600 M Ω на 1 km после 1 минуты электризации при 100 V, при чем температура воды не должна быть выше 25° C и ниже 15° C.

После покрытия свинцовой оболочкой кабель погружается в воду на 24 часа и снова подвергается тем же измерениям и испытаниям.

Железная оцинкованная проволока для брони подвергается механическим испытаниям на разрыв, сгибание и на прочность оцинковки.

Временное сопротивление проволоки на разрыв должно быть не менее 40 kg. на 1 $mm^2$ при удлинении не менее $5^0/_0$. Проволока без ее натяжения должна выдерживать, не ломаясь, не расслаиваясь и не пружинясь, не менее 15 изгибов, считая за один изгиб из вертикального положения в горизонтальное и обратно при радиусе закругления щек тисок 5 mm.

Оцинковка проволоки должна быть ровной и плотной и при навертывании ее на цилиндр с десятикратным диаметром, оцинковка не должна трескаться или отскакивать.

Для определения толщины слоя цинка, проволока подвергается 4-кратному погружению в нейтральный 20% раствор медного купороса. Проволока погружается на длину не менее 100 mm в раствор при температуре между 17 и 20°C каждый раз на 1 минуту и после каждого погружения немедленно обмывается и вытирается сухой чистой тряпкой. Перед первым погружением в раствор проволока очищается бензином и вытирается сухой чистой тряпкой. Для каждых четырех погружений одновременно не более 7 проволок следует брать новый свежий раствор. Если после 4-го погружения на проволоке, на расстоянии выше 25 mm от ее конца, появятся признаки осажденной меди на железе, которые не исчезают после вытирания тряпкой, то проволока бракуется.

## В. Допуски в размерах.

| | |
|---|---|
| Допуски в диаметрах медных проволок . . . . . | ± 0,02 mm |
| » » » железных. » . . . . . | ± 0,05 » |
| » » » изолированных жил и скруток. | ± 8% |

## Г. Длины кабелей.

Кабели должны быть изготовлены кусками такой длины, какая будет указана при заказе, с запасом не менее 1,25 m для каждого отдельного куска, для того, чтобы можно было отрезать этот запас для испытаний.

## Д. Упаковка.

Каждый отдельный кусок кабеля должен быть намотан на соответствующий по размерам и прочности деревянный барабан с отверстием и чугунными или железными втулками для стальной оси необходимого размера.

Как внутренний, так и наружный конец кабеля должны быть выведены наружу через одну из щек барабана.

После приемки кабеля концы его должны быть герметически запаяны и закрыты коробками и барабан должен быть обшит соответствующей прочности досками для предохранения кабеля от повреждений при перевозке.

На щеках барабана должны быть обозначены:

1) направление обмотки кабеля (стрелкой),
2) наименование кабеля с указанием числа жил,
3) длина кабеля,
4) № барабана,
5) вес кабеля брутто и нетто в килограммах,
6) наименование фирмы и
7) год изготовления.

## Е. Приемка.

Каждый кусок кабеля принимается отдельно.

При приемке от наружного конца кабеля отрезается кусок длиною около 1,25 m для проверки, соответствует ли кабель по конструкции, размерам и качествам его отдельных частей техническим условиям.

Эта проверка производится в следующем порядке:

А. Конструкция кабеля, причем определяется:

а) число медных проволок в жиле,
б) их диаметр,
в) плотность и правильность наложения изоляции,
г) толщина слоев изоляции,
д) правильность наложения прорезиненной ленты,
е) форма скрутки жил,
ж) толщина свинцовой оболочки,
з) толщина слоев жгута,
и) размеры проволок брони,
к) ход проволок брони.

Б. Качество полуды жил и физическое свойство резиновой изоляции не менее, чем у 30% жил.

В. Механические качества проволок брони и качество их оцинковки, при чем отбирается не менее 10% проволок и у всех их определяется:

а) сопротивление на разрыв при длине в 200 mm и изгиб,
б) прочность и толщина оцинковки.

Г. Измерение электрического сопротивления не менее, чем 30% жил.

После указанной проверки приемщик просматривает журналы испытаний кабеля, производившихся заводом при его изготовлении и испытывает весь кабель для определения:

1) омического сопротивления жил,
2) их электрической емкости,
3) электрической прочности изоляции,
4) сопротивления изоляции на 1 km длины кабеля.

Перед этим испытанием кабель должен быть погружен в воду на время не менее 24 часов и самые испытания должны производиться над погруженным в воду кабелем. Кабель погружается в воду намотанным на барабан.

Всем указанным испытаниям подвергается каждая жила кабеля.

Измерение омического сопротивления каждой жилы производится для определения длины кабеля посредством мостика Витстона при батарее с напряжением не более 10 V и длина кабеля вычисляется посредством деления средней величины сопротивления медных жил на среднюю величину сопротивления 1 m медной жилы, приведенных к одной и той же температуре 10° C., при чем температурный коэффициент меди принимается равным 0,004.

Электрическая емкость каждой жилы определяется сравнением ее с электроемкостью конденсатора-эталона посредством заряда жилы в течение одной минуты батареей с напряжением не более 10 V. При измерении электрической емкости жилы все остальные жилы кабеля и свинцовая оболочка его должны быть соединены с землей.

Испытание электрической прочности изоляции каждой жилы производится в течение 0,5 часа переменным током при напряжении 2 000 V между испытываемой жилой с одной стороны и остальными жилами и свинцовой оболочкой—с другой.

Сопротивление изоляции каждой жилы измеряется при батарее в 100 V после 1 минуты электризации, Также по отношению к соединенным вместе остальным жилам и свинцовой оболочке.

Измерения омического сопротивления и сопротивления изоляции производятся отдельно положительным и отрицательным полюсом, при чем за истинную величину принимается средняя

арифметическая величина, полученная путем таких двух измерений.

Температура воды при измерениях должна быть не ниже 15° и не выше 25° С.

После производства осмотра, обмеров и испытаний принимаются только те кабели, которые во всех отношениях удовлетворяют всем требованиям настоящих условий.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.058. Тираж 1.700 экз. 1/2 л

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Технические условия на нормальные изолированные проводники связи с изоляцией из пряжи, пропитанной изолирующим составом. *)

(Для напряжения не свыше 50 V и неподвижной открытой прокладки в постоянно сухих помещениях).

1. Проводники изготовляются с 1, 2, 3, 7, 12, 19 и 27 жилами.

2. Жилы состоят из одной медной нелуженой проволоки диаметром 0,8 mm (сеч. 0,5 $mm^2$) или диаметром в 1 mm (сеч. 0,78 $mm^2$).

3. Изоляция жилы состоит из двух обмоток хлопчато-бумажной пряжи, пропитанной воском, парафином или другим подобным им веществом, навитых в противоположных направлениях.

Внутренний слой пряжи может быть заменен кабельной бумагой, пропитанной тем же веществом.

4. В многожильных проводниках изолированные жилы скручиваются с продольной хлопчато-бумажной пряжей в пучок, который заключается в оплетку из хлопчато-бумажных или льняных крученых ниток.

В многожильных проводниках с числом жил более 7, пучок жил, до заключения в оплетку, покрывается общей обмоткой из хлопчато-бумажной пряжи, ленты или кабельной бумаги.

Продольная пряжа и общая обмотка должны быть пропитаны тем же изолирующим составом, что и обмотки отдельных жил.

5. Проводники должны удовлетворять следующим требованиям.

а) Медь проводников должна соответствовать действующим нормам ВЭС и обладать проводимостью не ниже 96% проводимости образцовой отожженной меди.

б) Диаметр проводки не должен отклоняться от нормального более, чем на 0,02 mm в ту или другую сторону.

в) Изолировка должна быть не липкою и не маркою, она должна быть плотно наложена на проводник и сама не распускаться и не разматываться на концах.

---

*) Одобрена XXII сессией пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

г) Внешний диаметр изолированной жилы с проволокою в 0,8 mm должен быть не более 1,8 mm и не менее 1,4 mm, а с проволокою в 1 mm не более 2 mm и не менее 1,6 mm.

6. Проводники предъявляются к сдаче в целых без спаек кусках, одножильные и многожильные — с числом жил до трех-длиною около 200 mm, остальные многожильные длиною около 100 mm. Проводники должны быть плотно свиты в круги правильными рядами, без изгибов; каждый должен быть прочно перевязан лентою в трех местах и снабжен ярлыком с обозначением на нем: клейма завода, марки проводника, числа жил, длины и веса проводника и года изготовления.

7. При приемке отбирается 5% кругов и от каждого из отобранных кругов отрезается кусок, необходимый для испытания длины, который подвергается наружному осмотру и испытаниям; в многожильных проводниках испытаниям подвергаются не менее 30% жил.

Если при осмотре и испытании окажется, что 5% взятых для пробы кусков проводника не удовлетворяют хотя бы одному из требуемых условий, вся партия проводника бракуется, но поставщику предоставляется право забракованную партию рассортировать и ту часть ее, которая, по его мнению, соответствует требуемым условиям, предложить еще раз для освидительствования.

При вторичном освидетельствовании также отбирается 5% кругов и от каждого круга берется пробный кусок при чем, если какой-либо из кусков окажется неудовлетворяющим хотя бы одному из требуемых условий, то вся партия проводника бракуется.

8. Принятые круги проводника обвертываются холстом или рогожей и укупориваются в прочные ящики; вес ящика с проводником не должен быть более 50 kg; на ящике должны быть обозначены клейма завода и наименования проводника.

---

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37.935 Тираж 1.700 экз. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центральнаго Электротехническаго Совета.*

## Техническе условия на нормальные изолированные проводники связи с изоляцией из слоя эмали и обмотки из волокнистых веществ.

(Для напряжений до 250 V и открытой прокладки или прокладки в трубах в сухих помещениях).

1. Проводники изготовляются с 1, 2, 3, 7, 19 и 27 жилами.

2. Жилы состоят из одной медной нелуженой проволоки диаметром в 0,8 mm (сеч. 0,5 $mm^2$) или диаметром 1 $mm^2$ (сеч. 0,78 $mm^2$).

3. Изоляция жилы состоит из слоя эмали, двух обмоток из хлопчато-бумажных ниток, навитых в противоположных направлениях, и оплетки из хлопчато-бумажных или льняных крученых ниток; обмотка должна быть пропитана воском, парафином или другим соответствующим им веществом.

4. В многожильных проводниках изолированные жилы скручиваются с продольной хлопчато-бумажной пряжей в пучок, который заключается в оплетку, такую-же, как и отдельные жилы.

В многожильных проводниках с числом жил более 7, пучок жил, до заключения в оплетку, покрывается обмоткой из хлопчато-бумажной пряжи ленты.

Продольная пряжа и общая обмотка должны быть пропитаны тем же веществом, что и обмотки отдельных жил.

Проводники должны удовлетворять следующим условиям:

а) медь проводников должна соответствовать действующим нормам ВЭС и обладать проводимостью не ниже 96% проводимости образцовой отожженной меди;

б) диаметр проволоки не должен отличаться от нормального более, чем на 0,02 mm в ту или другую сторону;

в) изолировка должна быть не липкой и не маркой, она должна быть плотно наложена на проводник и сама не распускаться и не разматываться на концах;

г) диаметр изолированной жилы с проволокой в 0,8 mm должен быть не более 2,2 mm а с проволокой в 1 mm — не более 2,4 mm;

д) слой эмали не должен трескаться и отскакивать при навивании медной жилы плотно прилегающими друг к другу спиральными рядами на стержень, диаметр которого равен пятикратному диаметру жилы;

е) изоляция кусков проводника длиною не менее 5 m в сухом состоянии должна выдерживать, не пробиваясь, действие напряжения переменного тока в 500 V в продолжение не менее 0,5 часа.

Для испытания одножильного проводника два его куска скручиваются вместе.

6. Проводники предъявляются к сдаче в целых, без спаек, кусках — одножильные и многожильные, с числом жил до трех, длиною около 200 m, а остальные многожильные длиною около 100 m. Проводники должны быть плотно свиты в круги ровными рядами, без изгибов; каждый круг должен быть прочно перевязан лентою в трех местах и снабжен ярлыком с обозначением на нем: клейма завода, марки проводника, числа жил, длины и веса проводника и года изготовления.

7. При приемке отбирается 5% кругов и от каждого из отобранных кругов отрезается кусок проводника, необходимой для испытания длины, который подвергается наружному осмотру и испытаниям; в многожильных проводниках испытаниям подвергается не менее 30% жил.

Если 5% взятых для пробы кусков проводника окажутся не удовлетворяющими хотя бы одному из требуемых условий, вся партия проводника бракуется, но поставщику предоставляется право забракованную партию рассортировать и ту часть, которая, по его мнению, вполне соответствует требуемым условиям, предложить еще раз для освидетельствования.

При вторичном освидетельствовании также отбирается 5% кругов и от каждого круга берется пробный кусок, при чем если какой-либо из кусков окажется неудовлетворяющим хотя-бы одному из требуемых условий, то вся партия проводника бракуется окончательно.

8. Принятые круги проводника обвертываются холстом или рогожей и укупориваются в прочные ящики; вес ящика с проводником не должен быть более 50 kg; на ящике должны быть обозначены клеймо завода и наименование проводника.

---

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул, 1,
Ленинградский Гублит № 37.940 Тираж 1.700 экз. 1/4 л.

**Цена—10 коп.**

Для членов Съезда—бесплатно.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Технические условия на одножильные кабели для ввода в здания проводов связи *).

1. Жила кабеля должна быть скручена из 7 медных, покрытых огневой полудой, проволок, диаметром каждая 0,5 mm.

2. Изоляция жилы должна состоять из сплошного, без шва, слоя вулканизированной резины, толщиною не менее 0,8 mm, поверх которого должна быть навита прорезиненная лента.

3. Изолированная жила должна быть заключена в целую без шва и спаек, плотно ее обхватывающую, свинцовую оболочку, с толщиной стенок 1,1 mm; диаметр кабеля должен быть не более 6,5 mm.

4. Кабель должен удовлетворять следующим требованиям:

а) медь жилы кабеля должна соответствовать действующим нормам ВЭС и обладать проводимостью не ниже 96% проводимости образцовой отожженной меди;

б) диаметр каждой проволоки жилы не должен отличаться от нормального более, чем на 0,02 mm в ту и другую сторону;

в) полуда проволок жилы не должна иметь на своей поверхности черного налета, не поддающегося оттиранию тряпкой, смоченной бензином, спиртом или эфиром;

г) шаг скрутки проволок жилы должен быть около 2,5 cm;

д) слой изоляции из вулканизированной резины должен быть однороден, концентрично расположен вокруг жилы и плотно прилегать к ней; он должен свободно и быстро сниматься с жилы, не оставляя на ее поверхности приставших и оборванных кусков;

е) прорезиненная лента должна плотно прилегать к резиновому слою и легко и быстро сниматься с него без повреждения поверхности резины; витки ленты должны перекрывать друг друга не менее, чем на 2 mm;

ж) резина должна содержать не менее 33,3% по весу чистого каучука;

---

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

з) если на куске резиновой оболочк, идлиною не менее 150 mm, снятой с проводника в виде трубки, на средней части куска сделать метки в расстоянии одна от другой в 50 mm, затем медленно растянуть его, пока расстояние между метками не сделается равным 100 mm, и тотчас же отпустить, то спустя 30 секунд после этого расстояние между метками не должно превосходить 62 mm;

и) два небольших куска резиновой оболочки, легко прижатые металлическими плашками друг к другу своими наружными поверхностями и помещенные в воздушную ванну на 0,5 часа при температуре + 120° С, не должны слипаться друг с другом;

к) при навертывании жилы кабеля в резиновой оболочке (без прорезиненной ленты) на стержень, одинакового с такой изолированной жилой диаметра, на поверхности оболочки не должно обнаруживаться ни малейших трещин;

л) изоляция кабеля, помещенного в воду, после пребывания в ней не менее 24 часов, не должна пробиваться при действии на нее в течение 0,2 часа переменного тока напряжением в 2 000 V. между жилой и свинцовой оболочкой.

5. Кабель должен предъявляться к приемке в целых, без спаек, кусках длиной около 200 m каждый, навитых на деревянные катушки, с выведенным наружу внутренним концом.

6. При приемке от предъявленного числа барабанов отбирается 10% и кабель, навитый на каждый из отобранных барабанов, подвергается проверке, соответствует ли он по конструкции, размерам и качеству всем вышеуказанным требованиям, при чем если кабель какого-либо из этих барабанов окажется не удовлетворяющим хотя-бы одному из означенных требований, вся партия кабеля бракуется.

7. По окончании приемки, концы кабеля прочно закрепляются в катушках и последние обшиваются досками.

8. На одной из щек каждой катушки должно быть обозначено: 1) наименование завода, 2) наименование кабеля, 3) длина кабеля в метрах, 4) вес барабана с кабелем и 5) год изготовления кабеля.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—безплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 37.934 Тираж 1.700. экз. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Технические условия на поставку микротелефонных шнуров в общей оплетке *).

1. Шнуры изготовляются 3, 4, 5, 6 и 7-жильные.

2. Для нормального шнура устанавливается следующая конструкция:

а) каждая жила состоит из 12—19 слегка скрученных медных мишурных ниток, обмотанных спиралью из 3-х медных проволок диаметром 0,1—0,25 mm каждая. У двух соседних жил эти проволоки должны быть луженными, а у остальных — нелуженными. Разрывное усилие мишурной жилы должно быть не менее 7 kg.

б) Жилы имеют обмотку из целой хлопчато-бумажной пряжи, поверх которой—оплетка темно-коричневого или темно-зеленого цвета с оплетенной отличительной прядкой для каждой жилы. Диаметр жил в оплетке 2—2,4 mm.

в) 3, 4, 5, 6 и 7 таких же жил слегка скручены с продольной хлопчато-бумажной пряжей темно-коричневого или темно-зеленого цвета и заключены в оплетку из хлопчато-бумажной пряжи того же цвета № 24/9 (диаметр ниток 0,55—0,60 mm).

3. Омическое сопротивление отдельных жил шнура должно быть не более 0,5 Ω на 1 m шнура.

4. Сопротивление изоляции между двумя отдельными жилами шнура длиной 1,5 m должно быть не менее 25 MΩ при измерении постоянным током при напряжении не менее 100 V после пребывания шнура в течение 24 часов в помещении, имеющем влажность не менее 65%.

5. Наружная оплетка не должна иметь узловатых утолщений. Шнур должен быть правильной цилиндрической формы. При проведении по шнуру пальцем отдельные жилы шнура не должны резко чувствоваться сквозь оплетку.

6. Готовый шнур должен проходить через трубку длиной 20 mm с внутренним диаметром:

---

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ПЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

| | | |
|---|---|---|
| для трехжильного шнура . . . | 8 | mm |
| » четырехжильного » . . . | 8 | » |
| » пятижильного » . . . | 9 | » |
| » шестижильного » . . . | 9 | » |
| » семижильного » . . . | 10 | » |

7. Шнур сдается кусками, длиной не менее 45 m и кратной 1,5 m. Маломерные куски допускаются в количестве не более 5% от числа сдаваемых кусков. Маломерные куски должны быть кратны 1,5 m.

8. Из представленной к сдаче партии отбирается 10% общего числа кусков (но не менее 3-х) и над ними производятся следующие испытания:

а) проверяются конструкции шнура и размеры, указанные в ТУ.

б) измеряется сопротивление жил и изоляция.

9. Из половины отобранных кусков, но не менее, чем от трех, отрезается по $1^1/_2$ m для следующих испытаний:

а) Шнур зажимается на одном конце, натягивается и закручивается с другого на 10 полных оборотов в одну сторону, после чего раскручивается в другую сторону, тоже на 10 оборотов. Будучи после этого сложен пополам, шнур не должен закручиваться.

б) Тот же отрезок шнура зажимается на одном конце, натягивается и закручивается с другого на 10 полных оборотов в одну сторону, после чего к закрученному концу подвешивается груз в 1 kg; шнур, удерживаемый за зажатый конец, опускается вниз вертикально и раскручивается под действием груза. Шнур при этом должен раскрутиться и принять нормальное положение.

10. Если более 5% всех проб по какому либо испытанию не удовлетворит нормам, вся партия бракуется, но поставщику предоставляется право, перебрав партию, предъявить ее вновь к приемке на тех же условиях. Когда при вторичном испытании хотя бы одна проба даст неудовлетворительные результаты, вся партия бракуется окончательно.

11. Все расходы по приемке относятся за счет поставщика. Куски шнура, израсходованные на производство испытаний, исключаются из общей длины сдаваемой партии.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул, 1.
Ленинградский Гублит № 38.147. Тираж 1.700. экс. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Руководящие указания по борьбе с перенапряжениями в электрических установках *).

### I. Природа перенапряжений.

Под перенапряжением разумеют всякое увеличение градиента потенциала (напряжения эл. поля) в какой-либо части установки до величин, которые могут быть опасны для состояния изоляции установки.

Важнейшими источниками опасных перенапряжений являются: a) атмосферные перенапряжения; b) перенапряжения, обусловленные дуговым заземлением; c) перенапряжения, связанные с переходом из одного установившегося режима в другой (включение, выключение, заземление фазы и пр.); d) перенапряжения, обусловленные резонансом на основную частоту или частоту высших гармоник рабочего тока, а также и на частоту свободных затухающих колебаний.

Хотя наибольшее значение имеют для современных установок перенапряжения (a) и (b), однако, удобнее рассматривать природу перенапряжений в ином порядке—(c), (d), (b), (a).

(c)—Большинство перенапряжений связано с весьма быстрыми колебаниями и изменениями электромагнитных состояний в линиях. В воздушных линиях изменения распространяются со скоростью света, а в кабелях, примерно, со скоростью, равной $^1/_2$ скорости света. Эти электромагнитные колебания путем отражения от мест с весема малыми сопротивлениями (короткое, большие емкости) и с весьма большими сопротивлениями (реактивные катушки, разомкнутые концы линии) приобретают характер периодических, затухающих колебаний, частота которых равна скорости распространения волн, деленной на 4-кратное расстояние между точками отражений. Опасность этих колебаний лежит, главным образом,

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

в крутом фронте волн, проникающих в обмотки машин и, отчасти, в возможных резонансных повышениях напряжения волны при наличности колебательных контуров с малыми затуханиями (шины, емкости и индуктивности обмоток машин и проч.). Амплитуда этих перенапряжений лишь в исключительных случаях превосходит амплитуду испытательных напряжений, а градиенты потенциала в изоляции обмоток—те градиенты, которые создаются при испытании обмоток методами включения искрой на землю или на конденсаторы (Sprungwellenproben); поэтому, если, в силу естественных затуханий системы или принятых предупредительных мер, исключена возможность резонансных слабозатухающих колебаний (главным образом в элементах реактивные катушки — шины) путем шунтировки трансформаторов тока, реле, защитных реактивных катушек малой индуктивности,—то можно считать, что для обмоток и другой изоляции установки, выполненных согласно с новейшими, требованиями все вышеуказанные перенапряжения не представляют опасности. Также мало вероятные повреждения изоляции при выключениях коротких замыканий масляными выключателями надлежащей разрывной мощности и соответствующей конструкции. Напротив, выключения холостых трансформаторов и асинхронных электродвигателей благодаря особым свойствам дуги выключения при малых токах, могут вести как к повышению амплитуды перенапряжений, так ик опасным градиентам в обмотках. Наиболее угрожаемы в этом смысел обмотки вне масляной изоляции (асинхронные электродвигатели).

(d)—Помимо резонансных колебаний, обусловленных в системах «индуктивность—емкость» электромагнитными волнами, образующимися в линии при включении, заземлении и пр., возможны и резонансы на рабочую частоту основной синусоиды или высших гармоник.

Источником высших гармоник являются сильно насыщенные трансформаторы, соединенные $\lambda/\lambda$ с малым магнитным сопротивлением для трех гармонических (панцырные, три однофазных и пр.). При заземлении таких трансформаторов возможны резонансные явления индуктивностей 3 фаз с емкостями всей сети, благодаря чему потенциалы всех фаз поднимаются без изменения междуфазового напряжения.

Емкости больших сетей могут резонировать с высшими гармоническими электродвижущей силы здоровой фазы генератора при

(двухполюсном) коротком замыкании двух других фаз. Гармоники возникают в связи с несимметричной реакцией якоря. Наличность демпфирующих соединений в роторе генератора устраняет эту опасность перенапряжений.

Резонансные явления на основную частоту, связанные в некоторых случаях со значительным увеличением емкостных токов, могут иметь место при обрыве провода и заземлении одного из его концов, при чем, в данном случае, индуктивностью служат холостые или слабо загруженные трансформаторы, соединенные последовательно с емкостью поврежденной и незаземленной части линии.

В сетях с весьма большим емкостным током заземления, напр., в кабельной сети, электрически соединенной с воздушной линией, возможны при заземлении последней перенапряжения резонанса на основную частоту из-за последовательного соединения индуктивности заземленного провода (от шин до места заземления) и емкости всей сети. Наконец, и неодновременное включение всех фаз, перегорание высоковольтных предохранителей, невставленные треншальтеры в одну из фаз также могут дать резонансные явления между индуктивностями холостых или слабо загруженных трансформаторов и емкостями линии.

(b)—Явления однополюсного заземления в сетях с незаземленной нейтралью становятся опасными, если ток заземления настолько велик (выше 5 А), что при заземлении возникает дуга, способная привести всю систему в колебания и автоматически восстанавливающая и размыкающая заземление (перемежающееся заземление). Главной причиной повышения напряжения на здоровых фазах и на поврежденной (которая при заземлениях теряет свой потенциал и дает разрядную волну крутого фронта с амплитудой, равной амплитуде перенапряжения на этой фазе) являются статические заряды на линии, оставшиеся благодаря обрыву дугой емкостного тока через заземление. Заряды эти, налагаясь на заряды, обусловленные э. д. силой трансформаторов, дают перенапряжения в виде колебаний, повторяющиеся через каждые $^1/_2$ периода рабочей частоты. Амплитуды этих перенапряжений могут достигать величины порядка тройного линейного напряжения на здоровых фазах и $2^1/_2$ линейного напряжения на больной фазе (эту же амплитуду имеют и разрядные волны в момент заземления

фазы). Предупреждением таких перенапряжений могут быть все меры, либо отводящие в землю, уже в течение 1/2 периода, образовавшиеся статические заряды, оставленные на емкости сети дугой, либо приспособления, искусственно гасящие дугу металлическим замыканием на землю больной фазы наложением на емкостный ток ваттного тока (разрядники), компенсацией при помощи индуктивностей емкостного тока заземления. (Катушка Петерсена, трансформатор Бауха и др.).

(а)—Согласно опытным данным к новейшим исследованиям над электростатическим полем вблизи поверхности земли, выясняется, что потенциалы, создаваемые в линии, подвергающейся непосредственному удару молнии, настолько велики (3—4 000 k V), что никакие меры не могут предотвратить разрушения изоляции вблизи места удара. Возможно, что заземленный тросс играет до некоторой степени роль громоотвода, защищающего линию; однако, это обстоятельство точно не установлено. Напряжения, индуктируемые на участке линии вблизи атмосферного разряда на землю или соседние облака, достигают в исключительных случаях 1 000—2 000 k V и нередко имеют величину порядка 500—1 000 kV. Изоляторы линии, при этом выдерживают кратковременные напряжения до 1,5—18 сухого разрядного при 50 периодах и при напряжениях более высоких перекрываются (иногда с повреждением звеньев или изолятора). Если разряда по поверхности изоляторов не произойдет, то освободившиеся заряды с амплитудой напряжения, равной 1/2 первоначального перенапряжения, движутся со скоростью света в разные стороны по проводу от места возникновения. В случае перекрытия изоляторов, движущаяся по проводу от места возникновения волна имеет вид двух полуволн разного знака с крутым фронтом в середине волны. Скачок напряжения в этом месте равен напряжению разряда по изолятору. При наличности тросса перенапряжение на проводах снижается тем быстрее, чем короче расстояние между заземлениями тросса и величина заземляющих сопротивлений. Малыми сопротивлениями нужно считать такие, величина которых мала по сравнению с волновым сопротивлением тросса. Защитное действие тросса можно оценить по методу Петерсена, подтвержденному и экспериментальными исследованиями Реека. Тросс играет роль электростатического экрана и добавочной емкости, снижающей потенциал заряда провода.

## II. Меры, предохраняющие электрические установки от перенапряжений.

### Классификация предохранительных мер.

Меры, применяемые в электрических установках в целях предохранения, в той или иной степени, от вредного действия перенапряжений, можно разделить на 3 группы: а) меры, заключающиеся в повышенной электрической прочности установки, б) меры предупредительного характера, ограничивающие самую возможность появления перенапряжений или понижающие их величину и в) меры ликвидирующего или локализирующего характера, в той или иной мере препятствующие прохождению перенапряжений в защищаемые этими мерами части установок [1]).

По своему значению, в смысле наибольшей действительности, первое место, вообще говоря, занимают перечисленные выше меры под литерами «а» и «б», каковые и должны быть по возможности полно применимы в защищаемых от перенапряжений установках и, лишь в случае недостаточности их, необходимо прибегать к мерам группы «в».

### а) Повышение прочности электрической установки.

Наиболее действительным является повышение внутренней изоляции всех элементов электрической установки. Как общее правило можно принять, что обмотки машин и трансформаторов, испытанные повторным включением через искру, на емкость или иным эквивалентным методом (Sprungwellenprobe), достаточно защищены от всех перенапряжений, возникающих в связи с изменением режима работы (включением, заземлением и т. д.), и, если могут пострадать, то лишь от волн перенапряжения с крутым фронтом, имеющим амплитуду больше рабочего напряжения установки (атмосферные перенапряжения вблизи станции, связанные с перекрытием изоляторов; перенапряжения, связанные с перемежающимся заземлением и пр.). Реактивные катушки перед трансформаторами, о которых речь будет ниже при рассмотрении предо-

[1]) Приведенная классификация не является строго определенной, поскольку одна и та же мера или аппарат может иметь одновременно характер, присущий различным группам предохранительных мер.

хранительных мер группы «в», могут быть рассматриваемы, как одно целое с защищаемым трансформатором, и должны быть, в таком случае, причислены к мерам, повышающим электрическую прочность установки.

Рекомендуя значительное повышение изоляции элементов электрической установки, необходимо отметить, что чрезмерное увеличение изоляции одной линии электропередачи без соответствующего усиления внутренней изоляции установки, или наличия надежных разрядников, может оказаться вредным:—в таком случае атмосферные перенапряжения на линии, которые в обычных условиях, при относительно слабой изоляции линии, имеют значительный отвод в самой линии, будут достигать станции и производить аварии в машинах низкого напряжения со слабой изоляцией, или перекрывать проходные и опорные изоляторы подстанции (станции).

Повышение электрической прочности, как меру против перенапряжений, следует рекомендовать и при переходах с воздушной линии в кабельную:—наиболее действительным является в таких случаях применение надежной концевой муфты, а также первого куска кабеля (напр., и то и другое на двойное рабочее напряжение).

### б) Меры предупредительного характера

На ряду с повышением электрической прочности установки большое значение имеют и некоторые меры предупредительного характера.

Поскольку всякая авария в электрической установке, связанная с резким изменением электромагнитного состояния системы (отключение короткого замыкания, заземление, перенасыщение трансформаторов и т. д.), является источником перенапряжения, следует считать, что вообще правильное установление размеров аппаратов, их доброкачественность, рационально запроектированное коммутационное устройство, в значительной мере устраняющее ошибочное включение и т. д.—все это является важными предупредительными мерами.

В качестве отдельных предупредительных мер рекомендуются следующие:

1) Рациональное соотношение между напряжением линии передачи и передаваемой мощ-

ностью. Поскольку всякое резкое понижение силы тока сопровождается превращением электромагнитной энергии в электростатическую, т. е. в повышение потенциала, постольку было бы целесообразно возможно большее рабочее напряжение линии и, наоборот, возможно меньший ток. Экономически наиболее выгодным (в смысле лучшего коэффициента полезного действия линии, лучшего $\cos\varphi$) является возможное приближение к равенству между электромагнитной и электростатической энергиями линии $\left(\frac{CE^2}{2} = \frac{LI^2}{2}\right)$.

2) Связь отдельных фидеров электрической сети между собой следует выполнять так, чтобы обеспечить возможность наиболее свободного (без отражений) прохода волн перенапряжений с одной линии на другие. Кольцевая система электропередачи, с этой точки зрения, имеет преимущество перед системой отдельных линий передач.

3) Трассировка линии передачи с возможным устранением переходов горных хребтов, сильно пересеченной местности и вообще мест особо неблагоприятных в отношении атмосферных электрических явлений. Подвешивание проводов излишне высоко над землей (сверх требований норм) также нецелесообразно из-за возможности получения на них соответственно бо́льшего потенциала по отношению к земле.

4) Применение в трехфазных системах разъединителей, действующих одновременно во всех трех фазах, поскольку не идет речь о коротких линиях или не особо больших напряжениях (напр., ниже 20 kV), т. е. о случаях, неопасных в отношении опрокидывания напряжения, могущего последовать при однополюсном отключении.

5) Шунтирование при помощи сопротивлений в установках высокого напряжения (особенно, напр., свыше 20 kV) измерительных трансформаторов тока и других индуктивностей, могущих вызвать явление резонанса.

6) Соединение генераторов с собирательными шинами при помощи кабелей, играющих роль защитных емкостей перед обмотками генераторов. С этой целью рекомендуется прокладка нескольких параллельных кабелей для увеличения емкости.

7) Возможная близость кривой напряжения генераторов к синусоиде.

Во избежание перенапряжений, обусловленных резонансом на высшие гармоники рабочего тока между емкостью больших сетей и индуктивностью рассеяния генератора, рекомендуется иметь кривую напряжения генератора, при всех возможных режимах нагрузки, близкую к синусоиде. Наибольшее отклонение мгновенной величины кривой от соответствующей мгновенной величины основной синусоиды не должно превышать 5% амплитуды основной волны.

8) Рациональная схема и конструкция трансформаторов. С точки зрения отсутствия гармоник, кратных трех, желательны трансформаторы, имеющие хотя бы одну обмотку, включенную Δ. Включение трансформаторов, соединенных $Y/\Delta$ на земле при глухом или индуктивном заземлении, недопустимо. Трансформаторы, включенные $Y/\Delta$ и имеющие свободный магнитный путь для трех, четырех и пр. гармонических при весьма высоких напряжениях (свыше 50 kV) опасны и при незаземленной нейтрали, вследствие их собственной емкости на землю. При весьма высоких напряжениях большие насыщения мощных трансформаторов могут вызывать нежелательное искажение кривой напряжения и вести к опасным повышениям напряжения из-за резонанса.

9) Применение ступенчатых масляных выключателей для уменьшения перенапряжения при выключении или включении больших индуктивностей и емкостей в установках высокого напряжения. Рекомендовать установку таких выключателей можно при электродвигателях (начиная с 3 000 V) и больших трансформаторах. Однако, такие масляные выключатели не применяются в американской практике и в последнее время в Германии также появляются возражения против установки их из-за опасностей, связанных с конструктивными особенностями этих масляных выключателей; поэтому вопрос о применении их следует решать в каждом отдельном случае, соображаясь с электрической прочностью данного электродвигателя или трансформатора, особенностями отключаемых линий и конструктивными качествами самого масляного выключателя, исключающими аварии из-за сопротивлений.

10) Применение защитного тросса. Наведенный грозовым облаком потенциал заряда на проводе линии передачи опре-

деляется величиной градиента электрического поля облака (по предположениям некоторых ученых порядка 300 V на 1 m) и высотой подвески провода над землей. Заземленный тросс, расположенный вблизи проводов линии передачи, приближая земной потенцал и тем самым уменьшая наведенный потенциал на проводах, является радикальной мерой борьбы с атмосферными перенапряжениями. Так как линии относительно низкого напряжения (до 6 600 V включительно) в виду их слабой изоляции не подвергаются особо большой опасности от наведенных атмосферных зарядов и предохранение их может быть осуществлено более дешевым способом, то применение тросса можно рекомендовать, начиная с 22 000 V. Поскольку электрический заряд, двигаясь по проводам, испытывает быстрое снижение своего потенциала и смягчение своего фронта, постольку значение тросса особо велико на участках линии передачи в непосредственной близости от станции и подстанции (на протяжении 1 1/2—3 km). Численное значение влияния тросса, в смысле понижения потенциала проводов, зависит от взаимного расположения проводов и тросса.

Можно сказать, что линии в 110 kV и выше с одним заземляющим троссом можно считать безопасными в отношении атмосферных перенапряжений, вызываемых индуктивным влиянием. Линии низших напряжений рекомендуется защищать двумя троссами.

Надо иметь в виду, что защитное действие тросса в полной мере имеет место только тогда, когда он достаточно хорошо и, главное, часто заземлен. (Как ориентировочную величину рекомендуемого предела сопротивления заземления, можно указать на 10 Ω на 1 km).

При подвеске проводов на деревянных столбах благоприятное действие тросса сказывается помимо снижения потенциала заряда проводов, также и в сокращении числа загораний столбов. Для этого необходимо все штыри или подвески изоляторов электрически связать с троссом. Последнее обстоятельство приводит к полной потере дополнительной значительной изоляции линии, которую представляет из себя деревянный столб, что с своей стороны является нежелательным. Поэтому необходимо в каждом отдельном случае взвесить все соображения в пользу тросса или отказа от него—решающими соображениями являются напряжение линий, тип изоляторов (штыревые или подвесные), частота гроз района,

возможность достижения хорошего и дешевого заземления и экономическое сравнение тросса со стоимостью применения других ликвидирующих мер защиты от перенапряжений.

Кроме значения в смысле понижения потенциала заряда проводов, тросс представляет из себя также некоторую защиту в отношении прямых грозовых разрядов на линию.

С другой стороны тросс, соединяя параллельно заземления мачт, существенно уменьшает величину «напряжения шага» при замыкании одной из фаз на землю; это обстоятельство чрезвычайно важно в системах с глухозаземленной нейтралью или системах с незаземленной нейтралью и имеющих большой емкостный ток заземления.

11) Заземление установки, осуществляемой в той или иной форме, можно рассматривать, как меру борьбы с перенапряжениями двояко: 1) как меру, не допускающую постепенного накопления статического заряда, т.-е. как постоянный отводчик статических зарядов, и 2) как меру против появления перенапряжений при однофазных заземлениях установки.

Для постоянного отвода статических зарядов заземление может быть осуществлено, как в нейтральной точке установки, так и на фазах. Заземление нейтральной точки установки производится или непосредственное (без какого-либо сопротивления—«глухое»), или через омическое или индуктивное сопротивление. С точки зрения надежности отвода постепенно накапливающихся статических зарядов, все названные способы практически равноценны.

Заземление фаз, связанное с большей или меньшей утечкой энергии, возможно производить только через весьма большие омические или индуктивные сопротивления (например, высокоомные заземлители, реактивные катушки для установок, примерно, до 6—10 kV; заземление «искусственной» нейтральной точки, образующееся при применении измерительных трансформаторов напряжения, для любого напряжения установки).

Что касается отвода зарядов, образующихся при явлении прерывистого заземления, то таковой отвод надежно производится «глухим» заземлением или заземлением через ограниченное омическое сопротивление (соответствующие формулы для расчета сопротивления даны Петерсеном).

Так как опасность от заземления имеется лишь в сетях с большой емкостью, то устройство «глухого» заземления, с этой точки

зрения, целесообразно только при очень длинных линиях передач или сильно развитых кабельных сетях. В качестве ориентировочной цифры, можно принять, что подобного рода опасения возникают, начиная с величины тока заземления около 5 А.

По сравнению с другими способами заземления, «глухое» заземление удерживает потенциал нейтральной точки системы (при установившемся явлении) всегда равным потенциалу земли. Повышение этого потенциала, могущее в других системах достигнуть величины фазного напряжения, может быть опасным, вообще говоря, только в установках с очень большим напряжением, например, начиная с 30 000 V.

Таким образом, «глухое» заземление рекомендуется устраивать или при очень высоких напряжениях, начиная с 30 000 V, или при наличии весьма больших кабельных сетей (начиная с 6 000 V).

Поскольку образующийся значительный ток короткого замыкания при мертвом заземлении в кабельных сетях является угрожающим для кабельных муфт, постольку мертвое заземление в кабельных сетях иногда явится практически невозможным,—тогда необходимо прибегнуть к отмечаемому ниже способу заземления через индукционную катушку. Весьма важна с точки зрения предупреждения перенапряжений надежная быстродействующая селективная система, отключающая автоматически дефектный участок при заземлении или коротком замыкании.

Особый вид заземления через индуктивное сопротивление представляют из себя те аппараты (Петерсеновская катушка и пр.), в которых величина индуктивного сопротивления расчитана из соображений более или менее полного компенсирования емкостного тока заземления системы. В случае полной компенсации, явления перенапряжений, возникающих вследствие однофазного заземления, теоретически не имеют места, но поскольку емкость установки изменяется при разных условиях режима работы и величины индуктивного сопротивления, и аппараты не могут автоматически приспособляться к этим изменяющимся условиям и, кроме того, в цепь заземляющего тока включается переменная величина самоиндукции линии в зависимости от места заземления, постольку действие этих аппаратов в указанном смысле может быть, в большей или меньшей степени, достаточно ослаблено. Применение таких аппаратов может быть целесообразно только в установках

с большим током заземления (начиная с 5 А) и притом в условиях не слишком большого его изменения (или с соответствующим изменением величины кажущегося сопротивления катушки). Эти аппараты имеют наибольшее значение для напряжений порядка 22—66k V, однако там, где глухое заземление не может быть осуществлено по тем или иным причинам, могут применяться и при более высоких напряжениях (110 kV).

### в) Меры ликвидирующего и локализирующего характера.

К мерам ликвидирующего и локализирующего характера относятся следующие.

1. Реактивные катушки и конденсаторы. Реактивные катушки и конденсаторы отражают волны перенапряжений приходящие с линии, и преобразуют крутой фронт прямоугольной волны, идущей с линии, в более и менее сглаженный фронт у волны, проходящей через самоиндукцию или мимо емкости. Крутизна фронта проходящей волны при прочих равных условиях обратно пропорциональна величине самоиндукции L или емкости C. При достаточной величине L или C и небольшой протяженности (например, 2 km) проходящей волны может быть уменьшена и амплитуда напряжения проходящей через катушки или мимо емкости волны.

Если катушка L находится между волновыми сопротивлениями $W_1$ и $W_2$, или емкость C ответвлена от точки соединения этих сопротивлений, то действие L и C на проходящую волну совершенно аналогично и эквивалентно при исловии $\frac{L}{C} = W_1 \cdot W_2$. Обычно, однако, части установки, перед которыми ставятся катушки L или емкости C, имеют и собственную емкость $C_0$ (например, входная емкость трансформатора или емкости собирательных полос) и тогда установка катушки L может давать вместе с емкостью $C_0$ колебательный контур, благодаря колебаниям которого выгоды, связанные с установкой катушки, могут теряться, и при неблагоприятных обстоятельствах катушка L с малой индуктивностью может принести вред. В этом отношении конденсаторы, включенные непосредственно на зажимы трансформатора или собирательные полюсы, имеют преимущества и действие их всегда благоприятно.

Защита от крутых фронтов может быть осуществлена комбинацией из индуктивности L и емкости C, при чем для скругления фронта определяющим фактором является произведение из L и C. Во всех случаях, когда катушка L образует вместе с естественными емкостями установки или с емкостью защитной колебательный контур, необходимо стремиться к апериодичности контура и, в случае надобности, снабжать катушку L неиндуктивным шунтом сопротивления $R_L$ (Кампос), или включать последовательно с конденсатором сопротивления $R_C$. Величина $R_L$ должна быть как можно больше, а $R_C$— как можно меньше и лишь обеспечивать апериодичность. С точки зрения защиты от крутых фронтов емкость длинных (несколько километров) кабелей рассматривается как волновые сопротивления без учета отражения волн от отдаленного конца, коротких кабелей (десятки метров)—как концентрированные емкости, а при больших длинах—как волновые сопротивления с учетом отражений от концов.

Что касается выбора величины катушки L, предназначенной для смягчения фронта, то последняя зависит, главным образом, от внутренней изоляции защищаемых обмоток.

Применение реактивных катушек для обмоток, испытанных крутыми фронтами (Sprungwellenprobe) или имеющих соответственную изоляцию, нужно рассматривать либо как меру добавочную, усиливающую степень безопасности, либо как меру, вызванную наличностью неблагоприятных условий (сильные грозы, незаземленная нейтраль при большом емкостном токе и пр.); напротив, обмотки, имеющие лишь усиление изоляции первых витков и не испытанные крутыми фронтами, нуждаются в защите даже и при обычных условиях работы.

Как было уже сказано, защита растет пропорционально величинам L и C. Практика показала, что емкости C порядка 0,01—0,02 μF на фазу достаточны; что же касается величины индуктивности L, то она ограничивается падением напряжения при рабочей частоте и стоимостью катушки и, поэтому, для данного напряжения, обычно, уменьшается с увеличением тока. С другой стороны, при том же токе, обычно, берут большие индуктивности для больших напряжений. Индуктивности меньше 5 μH нужно применять с осторожностью в виду возможных резонансовых колебаний, и в сомнительных случаях снабжать недуктивными шунтирующими сопротивлениями.

## ТАБЛИЦА рекомендуемых мер защиты против перенапряжения в электрических установках

| Напряжения V. / Род установки | 110—550 | 3 300 | 6 600—11 000 | 22 000—38 000—66 000 | 110 000 |
|---|---|---|---|---|---|
| Установка с воздушными сетями | Нормально защита не требуется. | При коротких линиях (до $1^1/_2$ - 2km) нормально защита не требуется.<br>При длинных линиях:<br>а) заземление для отвода статических зарядов (напр., через измерительные трансформаторы)<br>и<br>б) в местах, особо опасных в смысле грозовых явлений, рекомендуется установка роговых разрядников с достаточным расстоянием между рогами и с сопротивлениями порядка волнового сопротивления линии или разрядники с большой силой разрядного тока, автоматически ограничивающие рабочий ток. За разрядниками следует устанавливать реактивную катушку. В установках малой мощности и в местах, относительно спокойных в смысле грозовых разрьдов—роликовые разрядники (или аналогичные аппараты), устанавливаемые на шинах станции и подстанций. | б) роговые разрядники с соответствующими сопротивлениями γ—W) и реактивными катушками. Последние могут иметь малую индуктивность, если устанавливаются на отдельных фидерах, и большую индуктивность, если устанавливаются перед машинами или трансформаторами. Установка разрядников нормально на шинах станции и подстанций, в особо же угрожаемых со стороны атмосферных перенапряжений установках—и на фидерах. | а) Особое внимание к электрической прочности, надежности всей установки и соразмерности изоляции отдельных частей.<br>б) Шунтирование трансформаторов тока и реактивных катушек, если не обеспечена апериодичность.<br>в) Отвод статических зарядов любым способом. В случае большого емкостного тока заземления (свыше 5 А)—заземление нейтральной точки трансформаторов „глухое“ или через соответствующее сопротивление (формула Петерсена) или через катушку Петерсена (или аналогичный прибор). Последняя рекомендуется при напряжениях свыше 66 kV с автоматическим отключением дефектной линии при явлениях длительного замыкания на землю.<br>г) Катушки большой индуктивности перед трансформаторами или конденсаторы, или комбинац. обоих аппаратов.<br>д) 1—2 защитных тросса на линии с металлическими опорами. На линиях с деревянными опорами защитный тросс на протяжении $1^1/_2$ - 3km от станции и подстанций.<br>е) Разрядники на шинах (или, в особых случаях, на фидерах) с большой разрядной способностью. | г) Катушки большой индуктивности перед трансформаторами.<br>е) В специальных случаях *), когда не применяется защитный тросс, рекомендуются разрядн. с большей разрядной способностью, на шинах или фидерах.<br>*) В местностях, особо угрожаемых со стороны атмосферных перенапряжений. |
| Установка с кабельными сетями. | Нормально защита не требуется. | Защита нормально не требуется (для сетей с емкостным током заземления выше, примерно, 5 А,—та же защита, что и для кабельных сетей 6 600 V). | Кабельные сети средней протяженности (напр., фабрично-заводские) защиты не требуют.<br>Развитые сети (примерно с емкостным током заземления свыше 5 А) следует или заземлять в нейтральной точке, при чем это заземление может быть „глухое“, или через сопротивление (формула Петерсена), или при помощи катушек Петерсена (или аналогичного аппарата), или устанавливать разрядники, с тем расчетом, чтобы сумма проходящих через все разрядники токов была бы порядка емкостного тока заземления установки. | Заземление нейтральной точки или „глухое“, или через катушку Петерсена (или аналогичный аппарат).<br>Рекомендуется применение защитных реле для возможно немедленного отключения дефектного участка кабеля.<br>Для надежности селективной защиты рекомендуется металлическое соединение свинцовых оболочек кабелей и заземление их. | |
| Переход с возд. сети в кабельную. | Нормально защита не требуется. | Применение кабелей с повышенной электрической прочностью (напр., на двойное рабочее напряжение). В местах перехода от воздушных линий к кабелям рекомендуется, в качестве дополнительной меры, установка шунтированных реактивных катушек. | В особо угрожаемых со стороны атмосферных перенапряжений случаях рекомендуется, кроме вышеуказанного, установка разрядников. | Непосредственный переход с воздушной линии на кабель необходимо, по возможности, избегать, допуская его лишь в случаях крайней необходимости, при соблюдении всех мер защиты от атмосферных перенапряжений и дуговых заземлений. | |
| Связь через трансформаторы с напряжением бо́льшей величины. | пробивной предохранитель между низковольтной обмоткой и землей | При установке трансформаторов с большим коэффициентом трансформации, с более высокого напряжения на данное напряжение, рекомендуется: или мертвое заземление центральной точки низковольтной обмотки<br>и л и<br>разрядники между фазами низковольтной обмотки и землей. | | | |

При защите трансформаторов емкостями, последние включаются непосредственно на зажимы трансформатора, при чем перед конденсатором (рис. 1) устанавливается еще катушка L (около 0,2 μH), учитывающая замедление действия конденсатора вследствие наличия соединительных проводов емкости C.

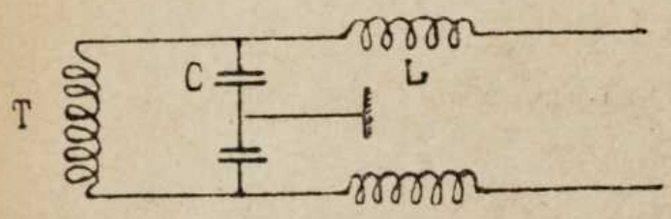


Рис. 1.

Применение реактивных катушек для уменьшения амплитуды волн атмосферных перенапряжений, проникающих к аппаратам подстанции, станции (шины, приборы, обмотки), затруднительно в виду требующейся для этой цели чрезмерно большой величины индуктивности; напротив, конденсаторы могут быть использованы. Величина емкости конденсаторов может понижаться с 0,08μF до 0,03 μF на фазу одной линии с увеличением рабочего напряжения от 10 kV до 66 kV.

Применение конденсаторов для напряжений выше 66 kV затруднительно.

Во избежание перенапряжений, обусловленных колебаниями контура, содержащего защитную от атмосферных перенапряжений емкость C, последовательно с ней включаются сопротивления $R_C = \frac{10}{C\mu F}$ Ω, которые не вызывают существенного ослабления защитного действия емкости.

Защитные емкости от атмосферных перенапряжений могут быть расположены либо на фидерах, либо соединяются вместе и устанавливаются на собирательных полосах фидеров; при этом, собирательные полосы трансформаторов (генераторов) полезно отделять от полос фидеров реактивной катушкой в 0,1—1 μH.

2. Разрядники. Назначение разрядников—защита аппаратов, машин и распределительного устройства от перенапряжений, амплитуда и продолжительность которых подвергают изоляцию более сильным воздействиям, чем испытательные напряжения.

Так как все разрядники имеют искровые промежутки, более или менее длинные соединительные провода от защищаемых частей устройства до земли, а некоторые типы требуют еще тех или иных процессов в самом разряднике для начала действия, то начало действия разрядника несколько запаздывает, что может иметь весьма существенное значение для установки. Для увели-

чения быстроты начала разряда применяются как конструктивные меры, так и соответствующее расположение подводящих проводов по отношению к защищаемым частям установки. Для ускорения и облегчения действия разрядника, а также и для уменьшения первого толчка волны перенапряжения на части установки, лежащие за разрядником, перед разрядником можно устанавливать реактивные катушки с небольшой индуктивностью (ориентировочная величина 0,2—0,4 μH).

Помимо быстрого вступления в действие, разрядники должны по возможности скоро отводить значительную часть энергии перенапряжения, рассеивая ее в своих сопротивлениях.

Если речь идет об отведении перенапряжений, идущих с линии в виде электромагнитных волн, то сопротивления разрядников должны иметь величину порядка волнового сопротивления провода линии передачи или даже меньшую.

При перенапряжениях, обусловленных перемежающимися заземлениями, роль разрядников состоит в том, чтобы в течение $^1/_2$ периода отвести значительную часть свободных зарядов, запасенных из емкости перенапряженной фазы; поэтому, в этом случае имеют значение не только разрядники той или иной подстанции, но все разрядники данной фазы в совокупности; для устранения перенапряжения их общее сопротивление должно под действием фазового напряжения пропустить ток порядка емкостного тока заземления.

При отводе затухающих перенапряжений резонансного характера сопротивление разрядников должно сообщать контуру апериодичность.

Перенапряжения резонанса на частоту рабочего тока имеют длительный характер, благодаря чему разрядники, хотя и могут устранять перенапряжение, но скоро разрушаются от перегрева.

Разрядники разного рода могут отвести и статические перенапряжения (достигшие уже величины, на которую установлен разрядник) и, в этом случае, даже и весьма значительные сопротивления разрядника не будут чрезмерными в силу медленности накопления статических зарядов или малости разряжающихся емкостей (например, электростатическая индукция из обмотки высокого напряжения в обмотку низкого).

Наиболее трудной задачей разрядника является борьба с атмосферными перенапряжениями, которые требуют установки разрядников с сопротивлениями, во всяком случае, не выше волнового

сопротивления фидера. Практически роговые разрядники с сопротивлениями строятся до 6—10 А; при больших токах весьма затрудняется и затягивается разрыв дуги, соответственно чему увеличивалась бы стоимость и самого аппарата и его установки, а при больших напряжениях существовала бы и опасность устойчивой дуги. Поэтому, роговые нормальные разрядники дают существенную защиту от атмосферных перенапряжений лишь в установках до 6,6 kV, при дальнейшем повышении напряжения действие существенно ослабляется, и при напряжениях около 22 kV—проблематично.

Что касается разрядника типа Бендмана или аналогичных, то возможность сохранения в них сопротивления, с величиной порядка волнового сопротивления вплоть до 35 kV, теоретически и лабораторно обосновано; однако вряд ли можно признать эти разрядники, по крайней мере для токов в десятки ампер, практически опробованными. Повидимому, пока единственным типом разрядников против атмосферных перенапряжений для установок в 22 kV и выше являются американские разрядники с большой разрядной способностью.

Для защиты изоляторов линии от действия дуги рекомендуется установка на них защитных рогов или колец, которые играют роль разрядников, но могут также при весьма высоких напряжениях улучшать распределение потенциала вдоль гирлянды.

3. Особый локализирующей мерой является соединение воздушной сети со станцией при помощи трансформаторов с отношением 1 : 1. Эту меру можно особо рекомендовать, например, в случаях, когда небольшая по мощности низковольтная воздушная сеть присоединяется к мощной районной станции и местность расположения низковольтной сети особо неблагоприятна в отношении атмосферных электрических явлений, или если к большой кабельной сети присоединена воздушная сеть небольшой мощности.

---

**Цена — 25 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

---

Типография »Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.148. Тираж 1 700 экз. 1 1/8 л

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Руководящие указания по устройству заземлений электрических установок высокого напряжения *).

### I. Определение.

§ 1. Землей настоящие «Р. У.» называют такую точку поверхности земли, потенциал которой можно без существенной ошибки принять равным нулю. Практически такой точкой обычно можно считать точку земной поверхности, в рассматриваемый момент удаленную не менее 20 m от всяких точек перехода в землю тока с частей электрического устройства.

§ 2. Заземляющий электрод или заземлитель есть металлический проводник (или группа проводников), находящийся в непосредственном соприкосновении с почвой, с целью создать определенное место перехода тока в землю, отвечающее настоящим «Р. У».

§ 3. Заземлить какую-либо часть устройства — значит соединить эту часть металлически с заземляющим электродом. Заземляющий электрод и проводники, соединяющие его с заземляемыми частями устройства, образуют в совокупности заземление (как часть устройства).

Заземляющими проводами и шинами называются лежащие над поверхностью почвы металлические проводники, соединяющие заземляемые части устройства с заземлителями; голые соединительные провода, лежащие в почве, рассматриваются как часть заземлителя.

§ 4. Замыканием на землю называется электрическое соединение с землей какой-либо части установки, являющееся следствием деффекта в изоляции установки. Замыкание на землю может быть однополюсным (или, соответственно, однофазным), когда

*) Одобрены XXII Сессией Пленума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

в соприкосновение с землей пришла лишь одна фаза или полюс устройства, или двухполюсным.

Примечание. Следует строго различать термины: заземление, которое является нормальным устройством, применяемым как предохранительная мера, и замыкание на землю, которое обусловливается деффектом в изоляции установки.

§ 5. Ток замыканя на землю (ток заземления) есть ток, могущий пройти через место замыкания на землю из частей установки, находящихся под напряжением.

§ 6. Рабочее заземление — есть заземление, устроенное с целью устранить или уменьшить опасность от повышения напряжения для установки, или обеспечить быстрое отключение поврежденных частей ее.

Защитное заземление есть заземление, имеющее целью защитить лиц, соприкасающихся с электрическим устройством, от появления опасного напряжения на частях устройства, нормально не находящихся под напряжением.

§ 7. Напряжение прикосновения есть напряжение, возникающее во время замыкания на землю между двумя точками, к которым одновременно может прикоснуться человек.

## II. Устройство заземления.

### A. Общее положение.

§ 8. Заземлению в закрытых помещениях и открытых распределительных устройствах подлежат все металлические части устройства, нормально не находящиеся под напряжением, но расположенные вблизи токоведущих частей. Заземлению подлежат также все металлические части, находящиеся от заземленных уже металлических частей не таком расстоянии, что их может одновременно коснуться человек. К частям, подлежащим заземлению, относятся например: а) кожухи и станины приборов и машин, вторичные обмотки измерительных трансформаторов, б) фермы, колонны и т. п. строительные части, в) рукоятки, рычаги, маховики и т. п. части приборов и аппаратов, расчитанные на соприкосновение с ними работающего персонала, если они не соединены металлически непосредственно с заземленной частью.

§ 9. Все заземления как рабочие, так и защитные, электрической установки, расположенной в одном здании (или смежных зданиях), должны быть соединены вместе. В частности, в установках с заземляющим троссом на линиях электропередач последний также должен быть присоединен к общему заземлению.

Исключение из этого правила составляют те случаи, когда целесообразность раздельного заземления может быть оправдана соответствующим расчетом.

Водопроводные магистрали, являющиеся обычно хорошими заземлителями, рекомендуется использовать, если имеется гарантия, что они всегда будут заполнены водой. Свинцовая оболочка подземных кабелей может быть использована в качестве заземлителя в том случае, если место присоединения заземляющего провода к кабелю, а равно и сам кабель находятся в земле и если приняты меры, обеспечивающие возможность непрерывного прохождения тока по свинцовой оболочке.

§ 10. Заземляемые части ни в коем случае не должны быть включены последовательно в заземляющий провод, но от каждой заземляемой части должен итти самостоятельный заземляющий провод или непосредственно к заземлителю, или же к сборной заземляющей шине, соединенной непосредственно с заземлителем. Подобных шин может быть несколько.

§ 11. Заземляющие провода и шины должны быть расчитаны на полную силу тока заземления с учетом возможного времени его прохождения и иметь сечение для подводящих проводов не менее 6 $mm^2$ при меди и 12 $mm^2$ при железе, а для шин соответственно 16 $mm^2$ и 25 $mm^2$.

§ 12. Все соединения в заземляющих проводах, шинах и заземлителях должны быть выполнены достаточно надежно, например, свариванием, клепкой и т. п. Соединения, сделанные только спайкой третником, оловом и т. п., не допускаются. Свинчивание допускается лишь в том случае, если нельзя ожидать самопроизвольного ослабления гайки. Свинчивание же под землей допускается лишь в том случае, если сверх того приняты меры, препятствующие окислению.

§ 13. Заземлители должны иметь достаточную толщину металла (не менее 2 mm в случае меди или оцинкованного железа).

§ 14. Состояние сопротивления заземления на станциях, подстанциях и иных местах, представляющих для обслуживающего их персонала значительную опасность, должно периодически проверяться, во всяком случае, не менее двух раз в год, в теплое время и зимою. Весьма желателен периодический контроль и на линиях электропередач. Результаты испытаний заземления заносятся в шнуровую книгу.

В целях осуществления означенного в настоящем параграфе контроля, заземляющие провода следует предпочтительно прокладывать так, чтобы они, особенно же имеющиеся в них соединения, были доступны для проверки. При прокладке проводников в земле или в стенах должны быть приняты меры для устранения возможного повреждения их.

### Б. Различные случаи устройства заземления.

§ 15. Заземления должны быть устроены так, чтобы напряжение прикосновения не превосходило:

а) в сухих закрытых помещениях . . . . . 150 V.
б) в помещениях сырых и с едкими парами и жидкостями . . . . . 60 »
в) в передвижных устройствах . . . . . 150 »
г) на воздушных линиях электропередач

| | в установках с незаземленн. нейтралью | в установках с заземленн. нейтралью |
|---|---|---|
| 1. На территории городов . . | 150 V | 150 V |
| 2. В местах населенных с большим движением . . . . . | 150 » | 300 » |
| 3. В местах мало населенных или с малым движением . . | 250 » | 500 » |

§ 16. Как правило, заземления должны расчитываться на ток двойного заземления.

Заземления могут не расчитываться на ток двойного заземления:

1. в установках с заземленной нейтралью, в виду наличия автоматов, отключающих часть установки, в коей произошло однополюсное заземление;

2. в установках с незаземленной нейтралью, защищенных дуго-гасящими аппаратами (трансформатор Бауха, катушка Петерсена), или снабженных реле, автоматически отключающими участки установки, в коих произошло однополюсное заземление;

3. на линиях передач, проходящих не по городским территориям, т.-е. на линиях, удовлетворяющих условиям, намеченным в § 15 разд. «г.» пп. 2 и 3, заземления могут расчитываться при незаземленной нейтрали только на емкостный ток, при чем, однако, при отсутствии аппаратов, упомянутых в п. 2, необходимо в местах населенных или с большим движением усиливать изоляцию линий (применение бо́льшего типа штыревого изолятора или лишнего элемента в гирлянде изоляторов).

§ 17. При определении напряжения прикосновения следует исходить из установившегося тока замыкания на землю.

§ 18. На линиях электропередач с деревянными опорами без защитного тросса никаких заземляющих приспособлений не требуется. На линиях электропередач с деревянными опорами и защитным троссом необходимо заземление по настоящим нормам тех опор, на которых заземляется защитный тросс.

Отдельные металлические опоры, встречающиеся в линии электропередачи с деревянными опорами, должны быть или заземлены, согласно нормам предыдущих параграфов, или, при затруднительности достижения норм напряжения прикосновения, согласно § 15, должны иметь, кроме заземления и специальных устройств, способствующих более целесообразному распределению потенциала на поверхности земли, повышенную изоляцию (больший тип штыревого изолятора или лишний элемент в гирлянде изоляторов). Это правило, однако, недопустимо распространять на металлическую конструкцию переключательных пунктов на линия электропередачи и открытые распределительные устройства, которые должны быть заземлены в соответствии с требованиями § 15 настоящих правил.

§ 19. Железо-бетонные опоры приравниваются к железным.

§ 20. В передвижных установках следует, по возможности, работать без рабочего заземления нейтрали. Защитные заземления на месте работ необходимы.

Сверх того, или на подающей энергию подстанции (станции), или же в месте приключения передвижной установки, должны

быть установлены автоматические выключатели, отключающие установку в случае однофазного замыкания на землю где-либо в питательной сети или на самой установке. В случае затруднительности применения указанных автоматических выключателей, разрешается ограничиться установкой на подстанции (станции) указателей заземления, снабженных световыми, или, предпочтительно, звуковыми сигнальными приспособлениями с тем, чтобы отключение участков, на которых произошло замыкание на землю, производилось вручную.

---

## Пояснения к руководящим указаниям по устройству заземлений для электрических установок высокого напряжения.

### Общие пояснения.

Устройство заземления на установках высокого напряжения имеет своей задачей устранение опасности для жизни при случайных прикосновениях к таким частям установки, которые в нормальных условиях не имеют напряжения (имеют потенциал земли), но при авариях могут получить напряжение, опасное для жизни. Разность напряжения, опасная для жизни людей и животных, не может быть точно фиксирована, так как зависит от целого ряда причин: от сопротивления контакта, от продолжительности воздействия, от того, между какими частями тела происходит контакт, от состояния кожи в месте контакта, от индивидуальных физиологических свойств лица, подвергающегося воздействию напряжения.

Таким образом, разница напряжения, безопасная в одном случае, напр., в сухих помещениях, может оказаться опасной в других условиях, например, в сырых помещениях. С достаточной надежностью можно принять, что напряжение в 150 V безопасно для человеческой жизни в нормальных условиях. При особо неблагоприятных обстоятельствах, напр., в помещениях, наполненных едкими газами, рекомендуется понизить эту норму до 60 V.

Если, однако, установить, как допустимые пределы для заземленных частей установки только что указанные цифры, то во многих случаях стоимость устройства соответствующих заземлений будет настолько высока, что практически установка сделается

неосуществимой. Поэтому во многих практических случаях приходится допускать более высокие напряжения, мирясь с большей опасностью и считаясь как с системой ограждаемого устройства (заземленная или незаземленная нейтраль), так и со степенью вероятности соприкосновения с опасной для жизни частью установки. В «Руководящих указаниях» нормы допускаемой разности напряжения для различных случаев установлены, исходя из только что изложенного принципа, напр., в здании распределительного устройства при центральной станции, где постоянно находится дежурный персонал, который по обязанностям службы должен касаться могущих сделаться опасными для жизни частей—степень безопасности должна быть выше, чем для линии, идущей по пустынной местности.

Все нормы допускаемой разности напряжения, приведенные в «Руководящих указаниях», надо рассматривать, как предельные величины и в тех случаях, когда достичь их по местным условиям представляется затруднительным, то необходимо прибегать к мерам, понижающим опасность при соприкосновении: к прокладке резиновых половиков, изолирующих мостков, к укладке вокруг опор линии передачи заземляемых контуров, способствующих более равномерному распределению потенциала вблизи мачты и т. п.

Величина полного потенциала, получающаяся между заземленной частью и землей, определяется током замыкания на землю и общим сопротивлением заземления. Этот потенциал распределяется по поверхности земли вокруг места перехода тока в землю, при чем можно считать, что на расстоянии 20 V от места перехода тока потенциал земли равен нулю. Опасность для жизни определяется не полным потенциалом, имеющим место при замыкании на землю, а разностью напряжения тех точек установки, которых может коснуться человек одновременно. Эта разность напряжения, названная в «Р. У.» напряжением соприкосновения, с достаточной степенью надежности определяется как расстоянием между точками, к которым может прикасаться человек (по горизонтальному направлению в 1,0 m, по вертикали 2,0 m), так и кривой распределения потенциала около места перехода тока в землю. Соотношение между полным максимальным потенциалом и напряжением соприкосновения может

быть оценено некоторым коэффициентом, накоторый должен быть умножен полный потенциал, чтобы получить напряжение соприкосновения. Опасность для жизни уменьшается еще во многих случаях вследствие того, что полного соприкосновения человека с грунтом ожидать нельзя. Напр., на распределительных устройствах человек, касающийся заземленной части, стоит на бетонном полу, имеющем большое сопротивление, ограничивающее ток, протекающий через его тело. Резиновый половик еще больше уменьшает опасность соприкосновения.

В тех случаях, когда не представляется возможным определить распределение потенциала около места заземления, допустимую предельную величину потенциала можно вычислить, пользуясь только что упомянутыми коэффициентами, которые с достаточной надежностью могут быть приняты:

| | |
|---|---|
| На центральных станциях, п/станциях и других сухих помещениях . . . . . | 0,5 |
| В тех же помещениях при наличии изолирующих резиновых половиков . . . . . | 0,1 |
| На линиях передачи без применения выравнивающих металлических контуров . . . . . | 0,6 |

Так, напр., допустимый полный потенциал на станциях с изолирующими резиновыми коврами, где по «Р. У.» напряжение соприкосновения не должно быть выше 150 V, (см. § 15 «Р. У») определяется равным

$$\frac{150}{0{,}1} = 1\,500\,\text{V}.$$

На линиях передачи, проходящих по пустынным местностям

$$\frac{50}{0{,}6} = 850\ \text{V}.$$

Определение тока замыкания на землю.

При определении тока замыкания на землю надлежит принимать во внимание наибольший установившийся ток замыкания на землю данной системы. Так., напр., при глухом заземлении нейтрали на подстанциях при расчете надо принимать однофазный ток заземления без учета отсасывающего влияния подстанций, которые в момент замыкания на землю могут быть отключены.

Для воздушных электропередач в установках с незаземленной нейтралью можно принимать в расчет емкостный ток, исчисляемый по формуле;

$$I = \frac{E \times l}{300}$$

где $I$ — емкостный ток, протекающий через заземление, в амперах

$E$ — напряжение между фазами и

$l$ — длина всех одиночных воздушных линий, связанных непосредственно с проводом подвергшимся заземлению.

При исчислении принимается во внимание длина одиночной трехфазной линии. Двойные линии, хотя бы и на общих опорах, считаются за две линии. Приведенная выше формула приложима для установок, работающих с 50 периодами в секунду. При другом числе периодов емкостный ток будет пропорционален числу периодов.

При расчете емкостного тока кабельной сети можно для ориентировочных подсчетов пользоваться нижеследующей формулой для тока заземления (50 ~), в которой коэффициент ($a$) берется из нижепомещенной таблицы, сообразно напряжению и сечению кабеля, длина $l$ в километрах имеет то же значение что и в формуле для тока заземления воздушных линий

$$i = a \times l$$

| Сечение. mm² | | 25 | 50 | 95 | 150 | 240 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Рабочее напряжение | 6 600 | 0,39 | 0,49 | 0,61 | 0,70 | 0,76 |
| | 11 000 | 0,52 | 0,67 | 0,84 | 0,98 | 1,10 |
| | 22 000 | 0,80 | 1,05 | 1,31 | 1,54 | — |
| | 38 000 | — | 1,34 | 1,70 | 1,94 | — |

При расчете на емкостный ток включение на землю систем с незаземленной нейтралью, снабженных дуго-гасящими аппаратами, компенсирующими емкостный ток (катушка Петерсена, трансформатор Бауха), необходимо иметь в виду, что емкостный ток отсасывается через заземление компенсирующих аппаратов, которое и должно быть соответственно расчитано, тогда как через

место включения на землю течет «остающийся ток», который при расчете потенциала в месте включения на землю можно принять для ориентировочных расчетов равным $^1/_3$ емкостного тока.

Определение сопротивлений заземления.

Измерение сопротивлений заземления следует производить переменным током с напряжением по возможности не ниже 100 V. Измерение можно производить по любому методу: при помощи амперметра и вольтметра можно попарно измерить сопротивление трех электродов, или можно мерить ток через место заземления, а полный потенциал измерять при помощи вольтметра, приключенного с одной стороны к электроду, через который проходит ток, а с другой стороны к достаточно удаленному (не меньше, чем на 20 m) зонду, переходное сопротивление которого по возможности мало по сравнению с сопротивлением вольтметра.

При отсутствии источника переменного тока возможно пользоваться и другими методами (постоянный ток, мостики), однако, для особо ответственных случаев, при малых сопротивлениях заземления, применение переменного тока с напряжением не меньше 100 V весьма желательно.

При определении сопротивления заземления линий передач с защитным троссом, если по обе стороны от места, где определяется сопротивление, находится не меньше, чем по 10 заземленных опор, можно применять формулу

$$R = \frac{1}{2}\sqrt{R_1 \times r}$$

где $R$ — общее сопротивление заземления,
$R_1$ — средняя величина сопротивления заземления для одной опоры,
$r$ — средняя величина сопротивления защитного тросса на пролете между двумя опорами.

Если мачты находятся только с одной стороны от места замыкания на землю, то общее сопротивление на землю исчисляется по формуле:

$$R = \sqrt{R_1 \times r}$$

Разделение заземлений.

Параллельное соединение всех заземлителей, понижая общее сопротивление заземления, существенно улучшает работу зазем-

лений, однако, могут быть случаи, когда разделение заземлений целесообразно.

Так, напр., при наличности в одном и том же здании двух распределительных систем, из которых одна имеет значительно больший ток включения на землю, чем другая, может быть выгодно разделить заземление этих систем.

Также заземление аппаратов защиты от перенапряжений часто желательно устраивать отдельно, имея в виду: либо приблизить к аппаратам место перехода тока в землю, либо избежать чрезмерного повышения потенциала общей заземляющей системы под действием весьма значительных токов атмосферных перенапряжений. Разнообразие условий работы и расположения аппаратов защиты от перенапряжения требует специального рассмотрения в каждом отдельном случае вопроса о заземлении этих аппаратов.

### Расчет заземляющих проводов.

Заземляющие провода надлежит расчитывать на действительный ток заземления, учитывая продолжительность его воздействия. Размеры заземляющих проводов и заземлителей, указанные § 11 и § 13 «Р. У.», дают допустимые минимальные размеры, определяемые условиями механической прочности, ниже которых итти не следует, даже в тех случаях, когда расчет дает меньшие величины.

В разъяснение § 8 «Р. У.» следует указать, что все корпуса аппаратов, монтированных непосредственно на железных заземленных каркасах распределительных щитов, не требуют особых заземляющих проводов.

### Заземление передвижных установок.

В § 20 «Р. У.» даны лишь основные указания, которые, во всяком случае, необходимо соблюдать при передвижных установках, применяя также и другие дополнительные меры, указанные в специальных правилах для отдельных случаев, как это имеет место, например, для торфяных разработок.

---

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 37.939. Тираж 1.700 экз. 3/4 л.

Цена — 15 коп.

Для членов Съезда—бесплатно.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электрического Совета.*

## Руководящие положения по оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока)[1].

Распространение применения электрического тока и радио требует самого широкого распространения основных сведений об электричестве и связанных с ним опасностях путем популярных книг и соответствующего инструктирования на заводах, электрических станциях, в монтажных организациях и т. п. [2]) Необходимо также всячески бороться с ложным представлением о безопасности низкого напряжения. Лучшая мера борьбы с несчастными случаями от электричества — предупреждение их. Правила ЦЭС'а преследует эту цель. Широкое распространение правильных сведений и инструктирование в неменьшей степени служат для предупреждения несчастных случаев.

§ 1. Главное условие успеха—быстрота действия, находчивость и уменье подающего помощь.

Качества эти могут быть обеспечены лишь соответственными упражнениями, навыками и отбором людей; одного знания правил недостаточно.

Спасенье потерпевшего в громадном большинстве случаев зависит от быстроты освобождения его от тока и от быстроты перехода к правильному безостановочному производству приемов исскуственного дыхания.

Промедление и долгие сборы влекут за собой гибель потерпевшего.

Смерть часто лишь кажущаяся: только врач может решить вопрос о бесполезности дальнейших усилий по оживлению потерпевшего.

---

[1]) Одобрена XXII Сессией Плепума ЦЭС, 1927 г., для внесения на IX ВЭС.

[2]) Желательно вести такую же работу в школах, воинских и спортивных организациях.

§ 2. Основные правила первой помощи:

а) Освободить потерпевшего возможно скорее от тока.

б) Приступить вслед затем, в случае потере сознания потерпевшим, не медля лишней секунды (минуты промедления могут оказаться роковыми) к приемам искуственного дыхания и продолжать их непрерывно до прихода врача [1]), за которым необходимо послать одновременно.

в) Если больной без сознания, но еще дышит, немедленно давать для вдыхания кислород.

§ 3. Применение указанных в § 2 основных правил требует, главным образом, соответственного уменья и навыков, а, следовательно, обучения.

а) На центральных электрических станциях,в монтажных организациях, на электрифицированных заводах и фабриках необходимо вести систематическое периодическое осведомление об опасностях электричества и о мерах подачи первой помощи при одновременном практическом обучении приемам освобождения от тока и исскуственного дыхания.

Занятия должны вестись компетентным медицинским персоналом совместно с техническим персоналом.

а) Организация обучения должна лежать на ответственности руководителя данного предприятия — станции, завода, школы и т. п.

б) На крупных центральных станциях, заводах и т. д. рекомендуется:

1) организовать специальные вольные электродружины из наиболее находчивых и ловких учеников, возложив заведывание на компетентное лицо;

2) иметь специальный ящик — набор необходимейших приспособлений и средств для подачи первой помощи; [2])

---

[1]) Установлены случаи, когда приемы эти лишь после 2-х и более часов приводили к спасению потерпевшего. В книге Prof. Iellineck „Der Elektrische Unfall“ приводится случай, когда рабочие продолжали производство приемов вопреки констатированию смерти врачом и добились оживления потерпевшего.— Лишь появление на теле потерпевшего так наз. трупных пятен, по мнению Иеллинека, может служить неоспоримым признаком наступившей смерти и оправданием прекращения приемов оживления.— Книга проф. Иеллинека переведена на русск. яз. (издание Н. К. Т., цена 1.50 к.)

[2]) См. книгу Иеллинека.

3) вывешивать на видных местах объявления — плакаты, снабженные стрелой, с указанием имен электродружинников, способе сигнализации несчастного случая и с указанием места нахождения ящика-набора. Плакаты должны быть снабжены подписью ответственного лица.

§ 4. Точное описание каждого несчастного случая, как бы незначителен он ни был, характера поражений, принятых мер и результатов должны быть сообщаемы Центральному Элекротехническому Совету при Главэлектро ВСНХ, как органу, разрабатывающему соответствующие правила и указания *). Правильно поставленная и изучно освещенная статистика имеет громадное практическое и научное значение; вопрос о сущности явлений и характера поражений, имеющих место при прохождении тока через человека, до сих пор не выяснен; собирания материала о несчастных случаях будет способствовать выяснению. С другой стороны, статистика несчастных случаев и окажет огромную услугу в деле предупреждения несчастных случев в деле правильного обучения мерам первой помощи.

## Руководящие положения по обучению подачи первой помощи.

§ 5. Освобождение от тока.

Процесс освобождения от электрического тока требует большой осмотрительности и находчивости; соответственные практические упражнения и задания должны варьироваться на основании имеющегося и накапливающегося опыта.

Необходимо помнить, что

а) неосмотрительное выключение тока с целью освобождения потерпевшего от тока может иногда принести больший вред, чем электричество (падение с высоты!);

б) касаться человека, находящегося под током, без применения надлежащих мер предосторожности, жизнеопасно.

---

*) ЦЭС при Главэлектро, г. Москва. Площ. Ногина. Деловой двор.

**Обычно рекомендуемые приемы освобождения от тока и меры предосторожности.**

а) Необходимо воспользоваться сухой одеждой, сухим канатом, сухой палкой или доской, или каким нибудь другим сухим непроводником для воздействия либо на потерпевшего, либо на провод с тем, чтобы прервать ток, идущий через потерпевшего. Не следует пользоваться металлическими предметами, а также мокрыми. Можно также взяться за одежду потерпевшего, если она висит на нем свободно и суха, чтобы оторвать его от проводящих ток частей; не следует касаться обуви потерпевшего, пока он под током — гвозди представляют опасность.

Если необходимо коснуться тела руками, необходимо надеть резиновые перчатки или накинуть резину или прорезиненную материю (плащ) или, просто, сухую материю. Можно также стать на сухую доску или какую-либо сухую непроводящую ток подставку.

Рекомендуется действовать, по возможности, лишь одной рукой (другую лучше держать в кармане).

В иных случаях, когда ток проходит через жертву в землю и он судорожно сжимает провод, проще прервать ток, приподняв потерпевшего от земли, чем стараться разжать руку. Если потерпевший в сознании, следует крикнуть ему еще издали громко и повелительно: «подскочи!»

б) Рекомендуется вырубить ближайший рубильник, если таким путем можно быстрее и вполне безопасно (падение!) для потерпевшего прервать ток.

в) В тех случаях, когда необходимо перерубить провод, следует пользоваться с должной осторожностью топором с сухой деревянной рукояткой или соответствующе-изолированным инструментом.

В случаях, когда освобождение потерпевшего от тока одним из указанных выше способов не может быть осуществлено достаточно быстро и безопасно, необходимо прибегнуть к замыканию накоротко соответственной линии и к надежному заземлению ее (металлическое соединение с железными опорами, с водопроводом и т. п.).

При этом нужно иметь в виду следующее:

1) если потерпевший касается одного провода, то часто достаточно заземлить этот последний;

2) если все провода данной линии не заземлены предварительно, то заземлить можно лишь тот провод, которого касается потерпевший;

3) замыкание накоротко проводов должно предшествовать заземлению, если оно может быть осуществлено путем набрасывания провода, мокрой тряпки и т. п. без риска для подающего помощь притти при этом в проводящее ток соединение с проводом, в противном случае, предварительно должен быть соединен с землей тот провод, которого касается потерпевший;

4) осуществляя заземление, необходимо применяемый провод, цепь или т. п. сперва соединить с землей, а затем уж с линейным проводом, подлежащим заземлению.

Необходимо также помнить, что и по отклонении линии, на ней, в случае достаточной емкости, может сохраниться опасный для жизни заряд и лишь надежное заземление линии может ее обезопасить. (См. Правила Эксплоатации).

Электричество особенно опасно в условиях, обеспечивающих хороший контакт человека с проводом и землей и малое сопротивление его. Примеры: сырые помещения, котельные, бани, химическое, писчебумажное и т. п. производство, наличие рельс, проложенных в земле, металлического или хорошо проводящего пола. Обстоятельство это должно хорошо учесть при подаче первой помощи.

§ 6. Приемы исскуственного дыхания рекомендуется производить по методу Шефера, громадное преимущество которого заключается в простоте и легкости манипуляций, которым нетрудно научиться после непродолжительного упражнения [1]).

Приступая к приемам искуственного дыхания следует:

1. Освободить больного от всех стесняющих его одежд;
2. Обеспечить доступ чистого воздуха;
3. Удалить лишних людей;

---

[1]) Метод этот (слегка видоизмененный) принят с 1912 года в Америке по докладу специальной Комиссии из представителей A. Med. Ass., A. I. E. E. и N. E. L. A.. В Европе принят в Англии и вводится во Франции (R. G. E. в 11, 1926); предложен на VI В. Э. С. в 1911 году по докладу О. М. Штейнгауза. Принят в Швеции во всех спортивных обществах и в нормах Технологического о-ва.

4. Освободить рот потерпевшего от посторонних предмето (искусственные зубы, слизь, кровь. и т. п.). Если рот стиснут, раз жать его введя между зубами подходящий предмет;

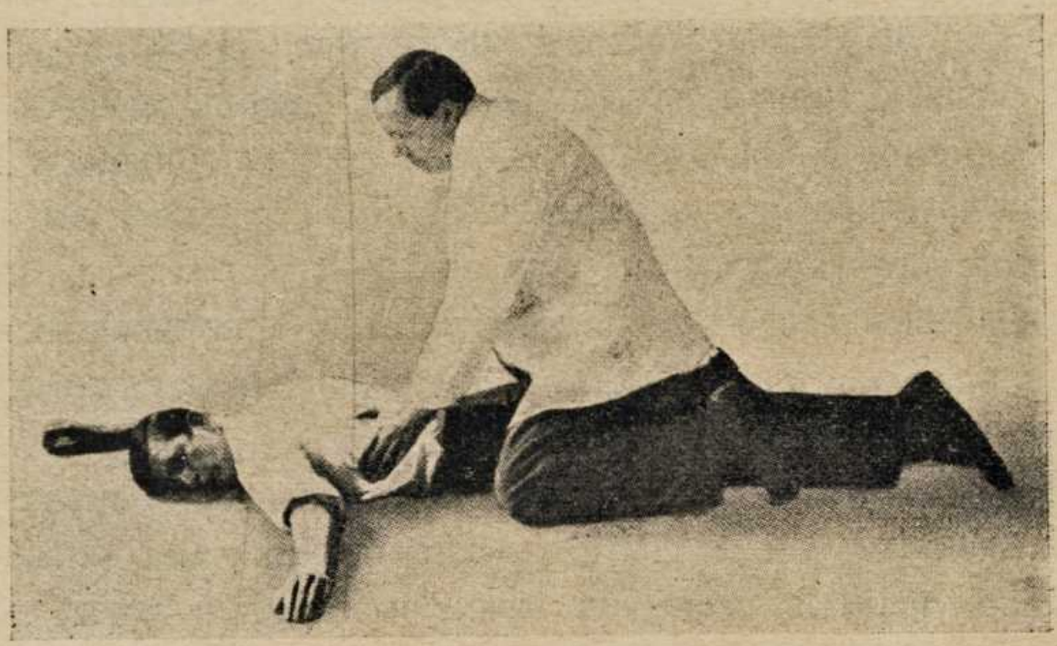


Рис. 1.

5. Язык, если он глубоко запал, вытянуть, захвативши носовым платком или лучше специальным преспособлением.

Все эти меры не должны вызывать задержки в приступе к приемам искусственного дыхания.

Для правильного применения приемов искусственного дыхания по методу Шефера необходимо иметь в виду и помнить 4 существенных момента:

1. Положение, в котором должен находиться потерпевший.
2. Положение подающего помощь.
3. Приемы искусственного дыхания.
4. Темп или ритм, в котором эти приемы должны производиться (число их в минуту и продолжительность).

1. Положение потерпевшего — положить на пол на живот, лицом в сторону так, чтобы нос и рот не касались пола, руки вытянуть вперед, голову слегка приподнять, положив что-нибудь под нее.

2. Положение подающего помощь: встать на колени у бедра потерпевшего сбоку или так, чтобы бедра его находились между обоими коленями, лицом к голове потерпевшего.

3. Приемы искусственного дыхания: — положив обе ладони на нижние ребра (как показано на рис. 1) наклонить свое тело и плечи вперед так, чтобы всей своей тяжестью нажать на

нижние ребра потерпевшего в течение около 3-х секунд. Затем быстро снять ладони. Не следует нажимать сразу все тяжестью, а начать слегка и постепенно усиливать нажатие к концу 3-х секунд. Руки должны быть вытянуты, а не согнуты в локтях, нажатие на ребра должно производиться ладонью.

4. Темп или ритм приемов. — Нажатия должны повторяться совершенно однообразно, равномерно и ритмично. Число нажатий в минуту, т. е. темп их, должно соответствовать естественному дыханию, 12—14 в минуту. Число это можно регулировать по часам или по собственному равномерному глубокому дыханию.

Смысл этих приемов в том, что благодаря нажатиям, живот прижимается к полу, диафрагма поднимается и воздух выдувается из легких. Когда нажатия прекращается, легкие расправляются и всасывают наружный воздух.

Искусственное дыхание необходимо продолжать до прибытия врача и во всяком случае не менее 2 — 4 часов.

Если дыхание появится, то искусственное дыхание все таки необходимо продолжать, давая время от времени кислород.

§ 7. — Электрические ожоги носят специфический характер, что необходимо иметь в виду врачу, который должен ознакомиться с этим вопросом. [1])

По восстановлении дыхания следует заняться ожогами еще до прихода врача, если они тяжелы.

Если на теле пострадавшего имеются ожоги или поранения, то нельзя употреблять до прибытия врача никаких мазей, присыпок и смазывания ран иодом; рану надо прикрыть стерилизованной марлей, стараясь не прикасаться к ней руками. Перед перевязкой необходимо вымыть руки мылом горячей водой, обтереть спиртом и смазать пальцы, особенно ногти иодом.

При перевозке больного в другое помещение необходима крайняя осторожность, особенно при переноске тех больных, у которых имеются переломы и большие поранения.

---

[1]) Профессор Иеллинек утверждает, что электрические ожоги легко залечиваются и что ампутации в этих случаях не показаны.

Цена — 10 коп.

Для членов Съезда—безплатно

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.150. Тираж 1.700 экз. 1/2 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электрического Совета.*

## Инструкция по ремонту линий связи и исправлению случайных повреждений на линиях связи, находящихся в сфере влияния высоковольтных линий электропередач *), и о мерах предосторожности при производстве этих работ.

При наличии линии передачи электрической энергии вблизи линий слабого тока, на последних может возникать, вследствие индукции, вредное мешающее влияние на работу проводов связи, как-то: сильный шум и треск на телефонных связях, искажение сигналов, самопроизвольное срабатывание приборов железнодорожной электрической сигнализации и т. п.. В случае же близкого параллельного расположения на значительном протяжении к линиям связи проводов электропередачи и возникновения каких-либо случайных неисправностей на последних, это вредное влияние линии электропередачи может быть опасным и вызвать разрушение в аппаратах и приборах, включенных в провода связи, а также повредить здоровье обслуживающих аппараты работников связи и железнодорожных агентов. В последнем случае подвергаются большой опасности вплоть до смертельных случаев и те линейные работники, которые непосредственно будут соприкасаться с проводами связи во время работ на этих линиях.

В целях обеспечения правильного действия проводов связи и железнодорожной сигнализации, на последних, до открытия действия линии электропередачи, применяются следующие основные защитные устройства: все телефонные и электросигнализационные связи устраиваются двухпроводными со скрещиваниями по определенной схеме, строго согласованными с имеющимися скрещиваниями проводов на линии электропередачи и для достижения возможно полной симметрии электрических свойств в теле-

*) Под линиями связи, находящимся в сфере влияния линий электропередач подразумеваются такие, на которых имеются специальные устройства для защиты их от влияния линий высокого напряжения.

фонных цепях, что весьма важно при наличии линий электропередачи, а также и улучшения вообще электропроводимости железных проводов связи, применяется электросварка вместо устройства обычных спаек на таких проводах.

С целью же устранения опасного для жизни и здоровья людей влияния линий электропередачи, на всех параллельно идущих с нею проводах слабого тока устанавливаются мощные разрядники (типа громоотвода с разреженными газами) со специальными при них заземлениями; разрядное напряжение разрядников около 300 V. Без таких разрядников в проводах слабого тока при разных случайных неисправностях на линии электропередачи может появиться опасное напряжение. Затем, для предохранения от несчастий в последнем случае, подвеска проводов связи производится строго в соответствии с существующими габаритными нормами над поверхностью земли, во избежание возможных соприкосновений к проводам людей и животных при нахождении их под проводами связи. Содержание линий связи, находящихся в сфере влияния линий электропередач, исправление всякого рода повреждений, ведение ремонта и др. работы на них, должны производиться исключительно агентами связи или под их наблюдением. Агенты других служб и посторонние лица к таким работам не допускаются.

Кроме указанных основных условий, которым должны удовлетворять защитные приспособления на линиях связи, в дополнение к существующим по ведомостям НКП и Т и НКПС инструкциям, техническим правилам и оградительным мерам к предупреждению несчастных случаев, настоящей инструкцией предусматриваются особые требования, которые необходимо выполнять при работах на линиях связи, находящихся в сфере влияния на них высоковольтных линий электропередачи.

Эти особые требования заключаются в том, что все ремонтеры на телеграфных, телефонных и сигнализационных линиях, как-то: ответственные производители работ, заведывающие отдельными рабочими партиями, механики, надсмотрщики, монтеры, железнодорожные электромеханики, рабочие телеграфа и вообще все агенты связи, производящие такие работы непосредственно и пользующиеся наемной рабочей силой во время выполнения работ, должны неукоснительно соблюдать нижеследующее.

1. Все устроенные на линиях связи, по проектам защиты, специальные приспособления для ограждения этих линий от высоковольтных линий электропередачи, как-то: взаимное расположение проводов одного по отношению к другому, все габаритные расстояния, скрещивание проводов по определенной схеме, вводы проводов с установленнымыи на них разрядниками и особыми на этих пунктах заземлениями для правильного действия разрядников, коммутаторы и вообще вся внутренняя проводка при ремонтных и других работах на линиях, в предприятиях связи и железнодорожных зданиях не должны нарушаться, а при неизбежном ремонте таковые подлежат возобновлению в том виде, в каком они были устроены, согласно проектов ограждения.

Примечание 1. В соответствии с этим руководители работ и отдельные техники, обслуживающие эти установки, должны быть снабжены точной схемой расположения и скрещиваний проводов, схемой вводов проводов со включенными в них разрядниками и инструкциями об устройстве вводов и порядка обслуживания контрольных пунктов и по периодическим наблюдениям за линиями связи и способам определения мест повреждения.

Примечание 2. Все контрольные столбы, а также линейные громоотводы и заземления их, должны быть упразднены.

2. Перед началом ремонтных и восстановительных работ на линиях связи ответственные руководители работ, не приступая к работам, обязываются в первую очередь удостовериться в исправном действии всех оградительных приспособлений (разрядники, заземления для них и проч.), устроенных для защиты проводов на ближайших двух соседних станциях, между которыми предполагается приступить к работам по ремонту линий и извещают электропередачу о времени начала работ и порядке ведения их на предмет принятия в случае надобности соответствующих мер.

Примечание 1. При неисправности защитных приспособлений, ограждающих линии связи от опасного влияния электропередачи, приступать к линейным работам воспрещается.

Примечание 2. Об окончании всех указанных работ также доводится до сведения электропередачи.

Примечание 3. При устранении случайных повреждений (обрыв провода, сообщение и т. п.) уведомления электропередачи не требуется.

3. Для большей надежности в качестве дополнительной меры защиты от опасного влияния с линии электропередачи при ведении ремонтных работ на провода связи, все рабочие колонны должны быть снабжены тремя комплектами безвоздушных громоотводов типа Сименса. Каждый комплект громоотводов должен быть смонтирован в удобно переносимых ящиках на соответствующее количество проводов, причем для наибольшей гарантии в каждый отдельный провод следует включать параллельно по два безвоздушных громоотвода.

Означенные безвоздушные громоотводы включаются в линейные провода на самом ремонтируемом, соответствующем однодневному переходу, перегоне с той и с другой стороны ремонтируемого участка, однако не свыше $^1/_4$ расстояния между пунктами, защищенными постоянными разрядниками, с устаиовкой такого ящика с громоотводами на столбах ремонтируемой линии.

4. Включение безвоздушных громоотводов в ремонтируемые линейные провода должно производиться, по предварительной тщательной зачистке их отдельными проводниками с резиновой изоляцией (двойной гуппер) при посредстве припаянных на концах изолированных проводников специальных медных зажимов, дающих надежный контакт. Ящики с громоотводами должны размещаться возможно ближе к проводам, чтобы концы соединительных проводов были возможно короче. Эти изолированные проводники должны быть тщательно уложены вдоль траверзы и столба и прикреплены во избежание провисания: они не должны касаться других линейных проводов.

5. В соответствии с п. п. 3 и 4 настоящей инструкции должны быть устроены постоянные типовые земли сопротивлением не свыше 10 Ω. Если поблизости есть земля, удовлетворяющая указанной норме, то можно пользоваться этой землей.

6. Для испытания исправности переносных разрядников (громоотводов) и заземления их, отдельные рабочие колонны должны быть снабжены соответствующим контрольным прибором.

Перед началом работы, а также после грозы или замеченного действия разрядников, последние должны проверяться и неисправные заменяться.

7. Все рабочие и технический персонал, соприкасающиеся с проводами связи на таких линиях, должны быть снабжены резиновыми перчатками, а при устранении случайных повреждений и галошами. Касаться проводов голыми руками воспрещается.

8. При приближении грозы, работы по ремонту линий связи должны немедленно прекращаться, так как опасность в этом случае усугубляется действием грозовых разрядов.

9. При работах на столбах в месте пересечения проводов связи силовыми проводами электропередачи, руководители работ и технический персонал должны проверять габаритные расстояния и следить за тем, чтобы рабочие не касались проволокой, шестами или каким-либо другим способом, высоковольтных проводов, во избежание несчастных случаев с этими рабочими, причем в таких местах технические руководители работ или их заместители обязаны безотлучно находиться при работах и лично руководить ими.

10. При исправлении случайных обрывов проводов связи, приступая к стягиванию оборвавшихся проводов, следует предварительно вставить в разорванное место кусок соединительного изолированного провода. Для этой цели в сумке техника, выезжающего на исправление обрывов, должен быть готовый кружок изолированного провода, протяжением в один пролет линии с зажимами на концах, для быстрого и надежного присоединения к оборванным линейным проводам.

Примечание. При устранении случайных повреждений ограждение вспомогательными громоотводами не требуется.

11. Самые работы по устранению случайных повреждений надлежить производить в резиновых перчатках и галошах.

12. При подвеске новых проводов на линиях связи, находящихся в сфере влияния высоковольтных линий электропередачи, на всех пунктах, где установлены мощные разрядники на действующих проводах, должно установить соответствующие назначению этих проводов новые разрядники в самом начале работ и, по мере подвески проводов, включать таковые в действие на готовых участках.

13. Для ограждения рабочих от влияния линии электропередачи при подвеске новых проводов необходимо пользоваться дополнительными разрядниками, применительно к п. п. 3—6 настоящей инструкции.

14. При всех работах на линиях должно сращивание железных проводов производить электросваркой.

При устранении же случайных разрывов проводов связи, последние временно ставятся на линейные сжимы, которые при первой возможности заменяются электросваркой.

15. Устранение повреждений на линиях связи, в особенности утечки, должно производиться быстро, почему для передвижения технического персонала и перевозки инструмента, материалы и т. п. необходимо пользоваться дрезинами или иными способами быстрого передвижения.

16. На линиях связи должно устанавливать только фарфоровые изоляторы, не допуская применения стеклянных изоляторов.

17. Для механической прочности следует избегать проволочных оттяжек для укрепления столбов; в случае же применения таковых, последние должны быть усиленной конструкции.

18. Вырубку деревьев и кустарников вблизи проводов связи производить совершенно начисто на расстоянии не менее 1 m от провода, причем эта норма должна быть выполнена при всех условиях (снежный покров, сильный ветер и т. п.).

19. При установке и смене столбов необходимо наблюдать, чтобы провода, во избежание срывов с изоляторов, не имели резких изгибов в вертикальной плоскости, в особенности в месте пересечения их с высоковольтными линиями.

20. При производстве ремонтных работ на линиях связи, в сфере влияния линий электропередачи, строжайше воспрещаются какие-либо отступления от установленных на сей предмет технических правил и инструкций.

В развитие настоящей инструкции, отдельные ведомства, производящие работы на линиях связи в сфере влияния линии электропередачи, издают дополнительные наставления для руководителей работ, на основании всех действующих положений и данной инструкции, применительно к местным условиям.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда — бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.860. Тираж 1.700 экз. ½ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета*

## Инструкция по устройству вводов и оборудованию контрольных пунктов на линиях связи, находящихся в сфере влияния высоковольтных линий электропередачи.

### I. Введение.

а) В силу законов электрической индукции, при прохождении высоковольтных линий электропередачи вдоль линий слабых токов, на проводах последних возникают индукционные токи вредного значения, при этом, чем ближе расположены эти линии друг к другу и чем больше мощность передаваемой электрической энергии по линии передачи, тем сильнее на проводах слабых токов оказывается это вредное влияние.

Чем дальше удалены линии электропередачи от линий слабых токов и чем меньше мощность линий передачи, тем слабее явления электрической индукции отражаются на проводах слабых токов.

При удалении линий передачи от линий слабых токов на значительное расстояние (примерно, 4—10 km) явления эти, или отсутствуют совсем, или становятся совершенно незаметными.

Сближение линий электропередачи с линиями слабых токов, при параллельном их прохождении, допустимы только в пределах, при которых возникающие на проводах слабых токов индукционные явления или не могут парализовать полностью действие устройств слабых токов, или могут быть тем или иным способом обезврежены но, во всяком случае, между двумя линиями должно быть расстояние не менее двойной высоты столбов и опор линии передачи.

б) Вредные явления электрической индукции на проводах слабых токов, возникающих от действия находящихся вблизи и параллельном к ним расположении проводов линии электропередачи, бывают двух родов и значений.

При исправном и нормальном действии высоковольтных линий электропередачи, вследствие индукции, на проводах слабых токов получаются мешающие влияния, к которым наиболее чувствительны телефонные цепи.

Это мешающее влияние проявляется в телефонах в виде шума, гудения, шороха, треска и т. п., что заглушает или ослабляет слышимость переговоров.

Если инструкция на проводах слабых токов превышает допустимые пределы, то пользование телефонной связью становится невозможным. В целях ограждения в таких случаях устройств связи от вредного мешающего влияния применяются:

1) Скрутка (транспозиция) проводов линии электропередачи.

2. Скрещивание двупроводных цепей слабого тока в соответствии со скруткой проводов линии электропередачи

3) Изолирующие трансформаторы на телефонных цепях.

в) При неисправностях на линии электропередачи: разрыв проводов, сообщение проводов между собою или с землей и т. п., на проводах слабых токов индуктируется настолько высокое напряжение, что станорится опасным для жизни и здоровья людей и для состояния технического оборудования.

Опасное влияние линии электропередачи может проявляться на приборах связи и электрической сигнализации в следующем виде: сильные щелчки в телефонах, сгорание проводников тонкого сечения, порча приборов, нарушающая работу телеграфных жезловых и других аппаратов, электрический удар в персонал, обслуживающий эти устройства, при соприкосновении с металлическими частями приборов, находящихся под током, причем удары эти могут иметь для людей иногда и смертельный исход.

В целях ограждения как приборов, так и лиц обслуживающих их, применяются специальные мощные пустотные разрядники, при помощи которых действие индукции в проводах слабых токов снижается до пределов безопасности.

г) Условия опасного и мешающего влияния линий электропередачи на провода слабых токов диктуют необходимость переустройства на таких участках не только линейных проводов, но и вводов проводов в помещения станций, учреждений и отдельных пунктов, где имеются установки и приборы слабых токов, а также и внутренних комнатных проводников и коммутации их.

Вызываемая этими условиями необходимость упразднения контрольных столбов и установка разрядников требует соблюдения нижеследующх условий при переустройстве вводов и комнатной проводки:

1) конструкция устройства вводных столбов, кронштейнов, стоек, прокладки проводов и пр. должна выбираться наиболее прочная, гарантирующая долгий срок службы, а также наиболее удобная и вполне доступная для постоянного надзора и обслуживания.

2) Материалы, применяемые для этого оборудования, должны вполне соответствовать техническим требованиям и противостоять действию высокого напряжения, а также гарантировать долгий срок службы их.

3) Размещение проводов и приборов внутри помещений должно быть сделано с таким расчетом, чтобы являлось возможным всегда, без особых затруднений, осуществлять надзор и производить исправления во время эксплоатации их.

4) Для обслуживания этого оборудования технический персонал должен быть подобран с наибольшей технической подготовкой.

5) Все оборудование на таких станциях должно выполняться в полном и точном соответствии с техническими правилами и инструкциями, действующими на сей предмет.

## II. Устройство вводов проводов в помещения.

### § 1.

При учреждениях и железно-дорожных станциях контрольные столбы с ревизионными кронштейнами и ревизионными сжимами устанавливаться не должны (имеющиеся упраздняются).

### § 2.

Ввод проводов в здания делается с разрезного вводного столба, на котором ни громоотводов, ни ступенек делаться не должно.

### § 3.

Вводной и разрезной столбы должны иметь вполне надежные и прочные укрепления, но не должны укрепляться проволочными оттяжками.

### § 4.

При невозможности подвести вводные провода к зданию непосредственно с разрезного вводного столба, вследствие отдаленности последнего, устанавливаются промежуточные столбы для устройства вводного шлейфа, причем пролеты между столбами не должны быть более 30 m.

§ 5.

Изоляторы на разрезных столбах должны применяться только фарфоровые, большие телеграфные № 1.

На станционных кронштейнах и стойках, а также на вводных столбах надлежит применять изоляторы Гильбиха или фарфоровые большие телефонные изоляторы № 3.

Примечание. В случае применения для ответвлений вводов проводов линейных изоляторы прнменяются того ж типа, что и на линиях.

§ 6.

Устройство вводов производится в зависимости от числа проводов либо, при большом числе проводов, специальным кабелем с пробивным напряжением, величина которого устанавливается проектом защиты линии связи от влияния линий электропередачие либо, при малом числе линейных проводов, обычным способом: от вводного столба до здания голым проводом, а от кронштейна, стойки или штырей на здании внутрь помещения изолированным проводом с двойной резиновой изоляцией Гуппера (марки П. Р. Г. Н.), или освинцованным проводником с вулканизированной резиновой изоляцией, причем при применении освинцованного проводника проводку делать без роликов.

Примечание. При применении кабеля с высокой изоляцией для ввода проводов разрядники должны устанавливаться непосредственно у ввода внутри помещения, а начало кабеля должно защищаться от грозовых разрядов самоиндукционными катушками, собранными в ящиках типа, указанного в наставлении НКПС по устройству кабельных вводов.

§ 7.

Заделка вводных воздушных проводов у разрезного столба и на кронштейнах или стойках должна выполняться весьма тщательно. Спайки должны быть сделаны надежно.

§ 8.

Безвоздушные громоотводы Сименса для защиты комнатных проводов и приборов от грозовых разрядов внутри зданий не устанавливаются, так как их назначение выполняют мощные разрядники.

§ 9.

Предохранители на 0,5 А при вводе проводов не устанавливаются, а ставятся непосредственно у приборов, которые ими ограждаются.

## III. Устройство комнатной проводки.

§ 10.

Вводный кабель от вводного столба до коммутатора или изолированные проводники от кронштейна, стойки или штырей должны представлять целые без спаек куски кабеля или проводников на указанном протяжении.

§ 11.

Кабели или изолированные проводники от коммутатора до мощных разрядников также должны представлять собою цельные без спаек куски, а по качеству отвечать требованиям § 6 настоящей инструкции.

§ 12.

Провода, идущие от коммутатора к аппаратам и источникам тока, должны быть повышенной изоляции (Гуппер или освинцованный провод с вулканизированной резиновой изоляцией) и иметь надежную защиту от механических повреждений.

## IV. Установка мощных разрядников.

§ 13.

Для ограждения телеграфных, телефонных и электросигнализационных цепей должны ставиться разрядники соответствующего разрядного напряжения, определяемого проектом защиты проводов связи.

§ 14.

Мощные пустотные разрядники устанавливаются внутри помещений станционных зданий и учреждений так, они имели чтобы вполне устойчивые опоры и были доступны надзору технического персонала.

§ 15.

Для установки мощных разрядников должны быть изготовлены специальные шкафы из прочного материала с остекленными дверцами.

Емкость шкафов должна соответствовать числу разрядников с нормальным резервом.

§ 16.

Шкафы с разрядниками надлежит устанавливать, преимущественно, на капитальной стене, дабы предохранить их от сотрясений. Выбор места для установки шкафов следует сочетать с удобствами как в отношении надзора за ними, так и в отношении подводки проводов к ним.

§ 17.

Для включения пустотных разрядников подводка линейных проводов в шкафах должна быть сделана изолированным проводом с двойной резиновой изоляцией Гуппера, на фарфоровых роликах и иметь доступ для постояного наблюдения.

§ 18.

Провод от заземления, подходящий в шкаф, монтируется из голой медной проволоки сечением 10 $mm^2$ и укрепляется к стенкам шкафа скобами. Земляные отводы от каждого разрядника должны быть подведены к общему земляному проводу и весьма надежно припаяны.

§ 19.

На полках шкафа, против каждого разрядника, должна быть помещена табличка с обозначением номера и наименованием провода. На самих разрядниках должны иметься обозначения фабричного номера разрядника и его разрядного напряжения.

§ 20.

Во избежание повреждений разрядников, шкафы с последними должны быть заперты на замок и опломбированы. Ключи от шкафов должны храниться у агента, обслуживающего разрядники и несущего ответственность за их исправное содержание.

## V. Устройство станционных заземлений для пустотных разрядников.

§ 21.

При станционных зданиях и учреждениях, где установлены разрядники должны быть устроены специальные вполне надежные заземления, сопротивление которых не должно превышать 1—10 Ω, в зависимости от числа установленных разрядников.

§ 22.

Конструкции заземлений и предельные нормы омического сопротивления их устанавливаются в каждом отдельном случае при составлении проекта мер защиты.

§ 23.

На всех пунктах, где имеются специальные заземления для разрядников, должно иметься еще два отдельных заземления для осуществления измерений по методу трех земель.

§ 24.

От зарытого в грунт земельного контакта должно быть сделано от двух до трех отдельных отводов голым медным проводом сечением 10 $mm^2$ и снаружи выведенных в железных оцинкованных трубах.

В здание землеотводы должны быть введены через отверстие и внутри проложены на открытом видном месте, недоступном для прикосновения посторонних лиц. При этом землеотвод прокладывается цельным до самого шкафа с разрядниками. Все места присоединений к землеотводу должны быть тщательно пропаяны.

## VI. Устройство коммутации проводов.

§ 25.

Для осуществления испытаний проводов и станционного оборудования, а также для различных переключений в связи с упразднением контрольных станционных столбов, на всех станциях, где введены все провода и установлены пустотные разрядники, обязательно должны быть поставлены телеграфные коммутаторы.

§ 26.

На крупных станциях с большим числом проводов и с общими источниками тока должны устанавливаться шнуровые телеграфные коммутаторы с измерительными приборами при них.

На всех прочих станциях и пунктах устанавливать обыкновенные пластинчатые (швейцарские) коммутаторы.

Емкость коммутаторов должна вполне соответствовать количеству вводимых проводов; каждый коммутатор должен соответствовать числу введенных в него проводов с надлежащим резервом свободных ламелей или гнезд на случай развития и различных комбинаций при испытании проводов.

§ 27.

Штепселя при коммутаторах должны иметь рукоятки из изоляционного материала и должны быть сделаны так, чтобы обслуживающий персонал не прикасался при работе к голому металлу.

§ 28.

Провода, подходящие к коммутаторам, должны иметь на концах специальные наконечники, при помощи которых и включаться под зажимные винты ламелей и гнезд.

§ 29.

При каждом гнезде в шнуровом и при каждой ламели в пластинчатом коммутаторе должна иметься табличка с обозначением номера и наименования провода.

§ 30.

В тех случаях, когда по местным условиям представляется необходимость вводить в железнодорожные станции также провода ведомства НКП и Т или других ведомств, должны быть установлены отдельные коммутаторы для проводов каждого ведомства.

§ 31.

На полу у коммутаторов должны быть положены подножные резиновые коврики.

## VII. Включение в провода разрядников, аппаратов телеграфных, телефонных, электросигнализационных и источников тока.

§ 32.

Разрядники на всех без исключения станциях, в учреждениях и отдельных пунктах, где имеются приборы связи и электросигнализации включаются в линейные провода параллельно, при чем на промежуточных телеграфных станциях разрядники ставятся по два на одном проводе, т. е. с входящей и исходящей стороны, на станциях с разделом круга также по два на проводе, на транзитных же проводах, не имеющих аппаратов на данных пунктах, устанавливается по одному разряднику. На оконечных пунктах участка, находящегося под влиянием линий передачи, на всех проводах устанавливаются по два параллельно включенных разрядника.

§ 33.

Кроме разрядников, включенных в линейные провода, с гнездами или ламелями должны быть связаны 2—3 разрядника для испытательных аппаратов и приборов, причем эти разрядники предназначаются для защиты той стороны транзитного провода, которая не имеет разрядника в тех случаях, когда при испытании транзитный провод разъединяется,

§ 34.

Аппараты телеграфные промежуточного включения присоединяются к общим ламелям входящего и исходящего проводов, при разделе круга аппараты включаются в отдельные ламели, расположенные перпендикулярно к линейным ламелям.

§ 35.

Для ограждения каждого телефона, находящегося в общей цепи, устанавливаются по одному разряднику в каждый провод.

§ 36.

Для защиты служебного персонала от акустических ударов в телефоне применяются фриттеры.

§ 37.

Провода жезловых аппаратов и путевой блокировки ни при каких условиях в телеграфные коммутаторы не вводятся.

§ 38.

Жезловые и блокировочные аппараты включаются в линию цельным проводом, идущим от кронштейна к аппаратам, а разрядники приключаются к ним параллельно отдельным цельным проводом.

§ 39.

Источники тока на крупных станциях с общими батареями включаются в коммутатор, а на прочих пунктах включаются непосредственно в аппараты.

## VIII. Контрольные пункты по испытанию устройств связи и электросигнализации.

§ 40.

Для осуществления переодических измерений, испытаний и контроля над техническим состоянием всего оборудования устройств связи и электросигнализации выделяются особые контрольные пункты

§ 41.

Из числа наиболее крупных учреждений или станций, расположенных на концах или в середине участка линии связи, подверженного действию на него линий электропередачи, выделяется главный контрольный пункт, руководящий действием прочих контрольных пунктов и других станций и учреждений в отношении наблюдения за состоянием устройств связи и электросигнализации, а также производство различных испытаний и исследований.

§ 42.

Главный контрольный пункт должен иметь соответствующее оборудование измерительными приборами и при помощи них производить всякие испытания и измерения во всем, согласно инструкции «по периодическим наблюдениям за линиями и способам определения мест повреждений».

§ 43.

Кроме главного контрольного пункта на всем протяжении линии учреждаются вспомогательные контрольные пункты, которые помимо испытаний и других работ по заданиям и под руководством главного контрольного пункта, производят испытания и самостоятельно, действуя при этом в полном соответствии с указаниями особой инструкции «по периодическим наблюдением за линиями». Вспомогательные контрольные пункты должны быть оборудованы соответствующими измерительными приборами.

§ 44.

Местонахождение главного и вспомогательных контрольных пунктов устанавливаются в каждом отдельном случае в зависимости от местных условий.

## IX. Дополнения.

§ 45.

В развитие настоящей инструкции отдельные ведомства, производящие работы на линиях связи, находящиеся в сфере влияния линий электропередач, издают дополнительные наставления для технического персонала на основании всех действующих положений и настоящей инструкции, применительно к местным условиям.

**Цена — 15 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.856. Тираж 1.700 экз. 5/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Инструкция по периодическим наблюдениям за линиями связи, находящимися под влиянием линий электропредачи, и способы определения места повреждения в них.

Правильно устроенная защита проводов связи от влияния линий электропередач делает безопасными все манипуляции с проводами внутри защищенных станций. Поэтому все обычные приемы испытания проводов связи—электрические измерения их постоянным и переменным током и отыскивания места повреждения в них—в одинаковой степени приложимы и в рассматриваемом случае. Необходимо лишь иметь в виду, что при измерении изоляции и сопротивления проводов напряжение измерительной батареи должно быть ниже разрядного напряжения разрядников.

Кроме измерения изоляции и проводимости линий связи, находящихся под влиянием линии электропередачи необходимо контролировать также: состояние приспособлений для защиты линий слабого тока от возникновения в них опасных напряжений, проверять симметрию двупроводных цепей по отношению к земле, как при постоянном, так и при переменном токе; проверять симметрию телефонных цепей по отношению к линии электропередачи, контролировать величину напряжения мешающих токов индуктированных в телефонных цепях линией электропередачи; проверять полное затухание телефонных цепей и проч.

В соответствии с изложенным и составлена эта инструкция, развитие которой отдельные ведомства издают дополнительные наставления на основании всех действующих положеней и данной инструкции применительно к местным условиям.

## Меры предосторожности при испытаниях и измерениях.

При измерениях и испытаниях проводов, разрядников и их заземлений необходимо соблюдать следующие предосторожности:

1) Все испытательные аппараты и измерительные приборы в учреждениях, расположенных на участках линий связи, подверженных влиянию линий электропередачи, должны быть снабжены разрядниками на проводах, подходящих к линейным зажимам приборов и аппаратов. Если для этого будут взяты обыкновенные безвоздушные громоотводы телеграфного типа, то перед ними, ближе к линии, должны быть поставлены плавкие предохранители с патронами на силу тока не свыше 2 А. Омическое сопротивление патронов в обоих проводах измеряемой двупроводной цепи должно быть строго одинаковым (до десятых долей ома). Контакты патронов должны быть рубящие.

2) При испытании изоляции провода, когда требуется разобщить его в каком-либо испытательном пункте, необходимо сперва приключить к обоим концам разобщенного в этом пункте провода вспомогательные разрядники, чтобы ни один из концов провода не остался не защищенным, а также на случай неисправности имеющегося в нем разрядника и только после этого можно разобщить провод, вынув штепселя в коммутаторе.

3) Выключение из линии мощных разрядников для испытания их должно производиться, заземлив сперва линию или включив параллельно с ним вспомогательный разрядник, предварительно проверенный.

Примечание: Заземление провода или установку вспомогательного разрядника надлежит делать ближе к вводу линейных проводов, между вводом и плавкими предохранителями в комнатной проводке.

4) Отключение разрядников от линии необходимо производить одной рукой, не касаясь других голых проводов и зажимов их.

5) Включение разрядника после его испытания производится с теми же предосторожностями, как и выключение его.

6) Измерение земли разрядников должно производиться без отключения ее от разрядников.

## Периодические измерения.

Измерения касаются, главным образом, телефонных цепей, так как при достаточности мер, принятых на линиях электропередачи для ослабления мешающего действия на телефоны, эти меры оказываются достаточными и для правильной работы телеграфных проводов.

Кроме ежемесячных измерений изоляции и сопротивления проводов постоянному току, должны производиться раз в три месяца следующие измерения и испытания мер защиты проводов слабого тока от влияния линии электропередачи:

1) Испытание разрядников и их заземлений.

2) Измерение асимметрии двупроводных цепей по отношению к земле и к линиям передачи энергии.

3) Измерение эквивалентного напряжения шумов индуктируемых линией электропередачи.

4) Измерение затухания телефонных цепей и характеристики их.

## Испытания телефонных цепей при нарушении правильности работы их.

Степень чувствительности телефонных линий к индукции со стороны линий сильного тока зависит: 1) от состояния самих телефонных линий, 2) состояния внутреннего оборудования телефонных станций, 3) соединительных линий абонентов и их аппаратов и, наконец, 4) от состояния линий электропередачи и ее генераторов и приемников.

Для ограничения круга влияний на чувствительность телефонных цепей к индукции электропередачи, обыкновенно отделяют междугородную линию от станционного оборудования трансформаторами, чтобы асимметрия, имеющаяся в схеме коммутаторов и линиях абонентов, не создавала асимметрии на междугородной линии. Таким же способом выделяют и участок телефонной цепи подверженный влиянию электропередачи, чтобы случайная асимметрия остальной части цепи не являлась причиной появления шумов от влияния линии высокого напряжения.

Исправное состояние линий слабого тока, находящихся под влиянием установок сильного тока, должно поддерживаться весьма

тщательно, так как малейшая неисправность цепи способна вызвать шум в телефоне. Наличие нескольких неисправностей в цепи значительно усложняет отыскивание их; поэтому испытание телефонных цепей должно производиться тотчас же, как только будет замечен в них шум.

При появлении в телефоне шума необходимо сперва выяснять участок цепи, причиняющий этот шум.

Исследование производится обычным путем, с помощью испытательных телефонных аппаратов, включаемых в линию по концам исследуемого участка, отключив всю внутреннюю проводку. Испытательные телефоны должны быть вполне исправными, так как плохой контакт в телефонном аппарате может также явиться причиной шума в линии и тем самым ввести в заблуждение наблюдателя.

## Порядок испытания телефонных цепей.

1) Выделяют участок цепи, подверженный влиянию линии электропередачи, и выслушивают его с испытательных пунктов, ограничивающих этот участок по ту и по другую сторону.

2) Если указанный в п. 1 участок окажется исправным, шума не дает, то каждый из этих испытательных пунктов производит испытание остальной части цепи по участкам. При этом необходимо иметь в виду, что слабо обнаруживающаяся неисправность соседнего участка значительно усиливается, если соединить его на прямое (при отсутствии трансформатора) с участком, идущим параллельно линии электропередачи. Такое обстоятельство может повлечь за собой ошибку относительно места неисправности и поэтому выслушивание соседних участков должно производиться возможно тщательнее.

3) Если линия оказалась исправной, то причиной шума может быть в такой же степени станционная неисправность,—чаще всего слабый контакт или плохая изоляция: в соединительных шнурах, в гнездах коммутатора, в плавких предохранителях, громоотводах и разрядниках, щитах переключения и проч., которые и должны быть тщательно проверены.

4) Когда неисправный участок линии выяснен, исследуют его с помощью электрических измерений постоянным током, согласно существующих инструкций для всех линий связи.

Примечание: Необходимо отметить, что падение изоляции линии почти всегда сопряжено с увеличением шумов в телефонной цепи. Поэтому при обнаружении слабой изоляции цепи необходимо принять все меры к разысканию места неисправности путем осмотра линии.

Если при сравнительно исправной изоляции проводов, сопротивление их окажется неудовлетворительным и меняющимся с изменением напряжения батареи и полюсов ее, то это укажет на наличие плохого контакта в цепи, сопротивление которого для телефонных токов может оказаться весьма большим и непостоянным. В результате от такого плохого контакта линия будет шуметь, особенно под влиянием электропередачи и кроме того затухание такой цепи для разговорных токов значительно возрастет. Отыскать в этом случае место повреждения помощью простых электрических измерений невозможно. Поэтому потребуется весьма тщательно просмотреть весь участок, сомнительные по виду спайки проводов и проверить плотность контактов внутренней проводки во всех промежуточных учреждениях.

5) Если измерение изоляции и сопротивления цепи постоянным током не обнаружит дефектов в состоянии ее, а между тем линия будет шуметь, необходимо измерить асимметрию цепи по отношению к земле переменным током тональной частоты, причем асимметрия не должна быть выше 4%.

6) Если это условие не будет выполнено, необходимо исследовать асимметрию линии по участкам.

7) При исправной асимметрии линии по отношению к земле и наличии шумов в ней необходимо проверить асимметрию ее по отношению к линии электропередачи, которая должна быть тоже не более 4%. (Асимметрия измеряется только на участке, подверженном влиянию линии электропередачи).

8) Если вся установка слабого тока окажется в исправности, то причину шумов надо предполагать в самой линии передачи энергии, однако, при условии наблюдения одновременного появления шума и на других телефонных цепях. Для проверки этого предположения потребуется произвести измерения напряжения шумов в телефонных цепях. (Измерение напряжения шумов производится только на участке подверженном влиянию линии электропередачи).

## Методы измерений.

### § 1. Испытание разрядников.

А. Испытание с помощью индуктора и вольтметра.

Для проверки разрядного напряжения разрядника лучше всего воспользоваться индуктором постоянного тока на напряжение около 500 V, включив параллельно к разряднику вольтметр со шкалой на соответственное напряжение (рис. 1). Повышая постепенно напряжение развиваемое индуктором, наблюдают за разрядником и отмечают по вольтметру то напряжение, при котором разрядник засветится; понижая затем напряжение индуктора, отмечают по вольтметру напряжение, при котором разрядник гаснет. Опыт повторяют несколько раз, меняя направление тока в разряднике. Полученные результаты не должны превосходить величин, обусловленных для данного типа разрядника.

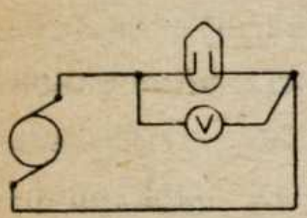


Рис. 1.

Тем же индуктором и вольтметром поверяется также изоляция, которую даст разрядник при рабочем напряжении на линии связи. Для этого включают индуктор, вольтметр и разрядник последовательно (рис. 2). Зашунтировав разрядник накоротко, повышают напряжение, развиваемое индуктором, до тех пор, пока вольтметр покажет нормальное рабочее напряжение цепи. Потом, не снижая скорости вращения индуктора, наблюдают показание вольтметра, разомкнув шунт разрядника. Тогда при исправной изоляции разрядник вольтметр не должен давать отклонения.

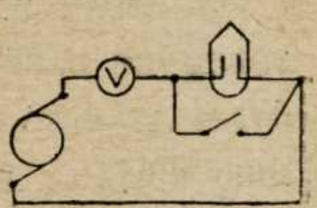


Рис. 2.

Б. Испытание с помощью батареи и вольтметра.

Те же самые испытания разрядников можно произвести, имея вместо индуктора батарею, напр., из сухих элементов, напряжением около 500 V или путем добавления батареи к имеющемуся на станции источнику постоянного тока.

При определении разрядного напряжения разрядника, батарею, чтобы иметь возможность постепенно повышать ее напряжение,

включают через потенциометр, как показано на рис. 1а, где R— реостат сопротивлением не менее 10 000 Ω.

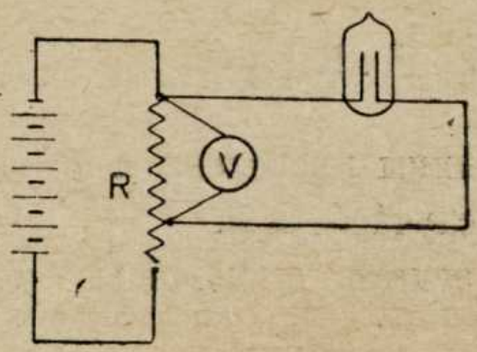



Рис. 1а.

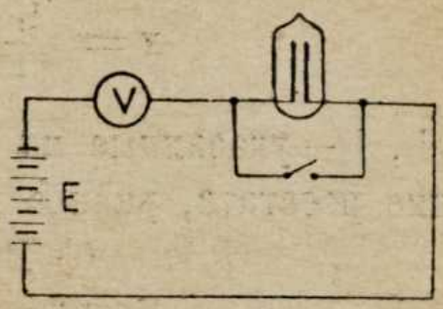



Рис. 2а.

Изоляция разрядника измеряется по схеме рис. 2а.

Здесь Е—батарея напряжением равным примерно рабочему напряжению на линии связи.

### § 2. Измерение сопротивления земляных соединений.

а) Для измерения необходимо иметь, кроме измеряемой земли, еще одну хорошую землю на этой же станции. В качестве третьей, вспомогательной, земли может служить забитый во влажную почву железный лом.

Измерение производится с помощью тонкой проволоки большого удельного сопротивления (никкелиновая, манганиновая и проч.) диаметром 0,1—0,15 mm длиною до 1 m, натянутой на доске между двумя зажимами, к которым она припаивается своими концами.

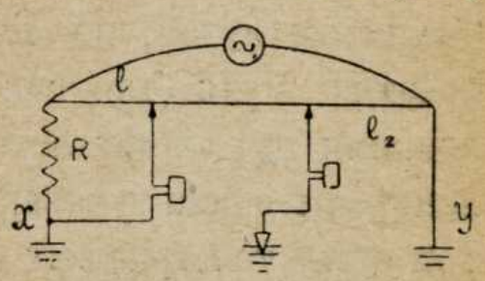



Рис. 3.

Последовательно с проволокой включают реостат R в 10 Ω (считая, что измеряемые земли не будут сильно отличаться по сопротивлению от 10 Ω). Далее, включив пищик от фонопора через телефонную индукционную катушку, как показано на рис. 3, приключают телефон одним концом к заземленному зажиму реостата R, другим концом ищут такое положение на проволоке, при котором звук в телефоне от пищика затихает. Это положение отмечают. Потом, присоединив первый конец от телефона к проводнику, идущему от вспомогательной земли (от железного лома), опять ищут вторым концом телефона положение его на проволоке, при котором звук в телефоне затихает. Смерив в миллиметрах три участка про-

волоки, на которые она поделилась положениями затихания звука в телефоне, получим сопротивление обоих заземлений равными

$$x = \frac{l_1}{l} \cdot R \qquad y = \frac{l_2}{l} \cdot R$$

где $l$, $l_1$, $l_2$—указанные на чертеже длины проволоки и R—сопротивление реостата, равное в данном случае 10 Ω.

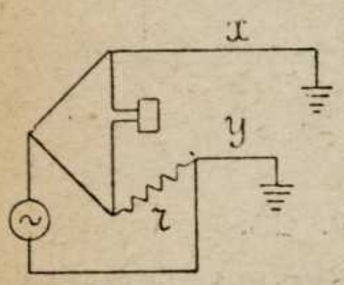


Рис. 4.

б) Измерение земель с помощью мостика Кольрауша.

Необходимо иметь на станции три земли (вместе с измеряемыми), по возможности несильно разнящихся друг от друга по сопротивлению. Помощью мостика Кольрауша измеряют сопротивление всех трех земель, взятых попарно. В результате получится три равенства:

$$x + y = R_1 \qquad x + z = R_2 \qquad y + z = R_3$$

где x, y, z—искомые сопротивления земель, $R_1$, $R_2$, $R_3$—полученные при измерении величины сопротивлений. Откуда сопротивление каждой земли будет равняться:

$$x = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2} \qquad y = \frac{R_1 + R_3 - R_2}{2} \qquad z = \frac{R_2 + R_3 - R_1}{2}$$

Таким же путем, но только с помощью гальванометра по методу ложного нуля (так как между заземлениями циркулируют токи) могут быть измерены земли универсальным прибором для телеграфных измерений Сименса.

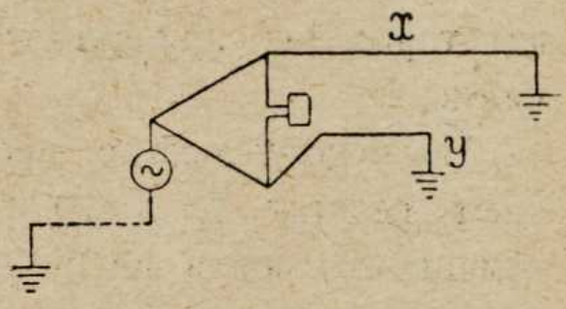


Рис. 5.

в) Если третью землю нельзя получить достаточно малого сопротивления, или если приходится в качестве третьей земли пользоваться землей соседней станции, переданной по проводу, то измерение мостиком Кольрауша или универсальным прибороми Сменса лучше производить таким способом.

Сперва измерить сопротивлениеобеих земель по схеме рис. 4.

Потом произвести измерение тех же земель с помощью третьей вспомогательной земли, поставив в магазине сопротивление равное 0 (вставив все штепселя) рис. 5.

При первом измерении получим $x + y = mr$,

При втором $\frac{x}{y} = n$,

где x и y—сопротивления измеренных земель, r — сопротивление в магазине мостика, m — отсчет по шкале мостика или универсального прибора Сименса при первом измерении и n—отношение балансов прочитанное по шкале мостика или универсального прибора, при втором измерении;

откуда $x = r \frac{m \cdot n}{n+1}$ $y = r \frac{m}{n+1}$

**§ 3. Измерение асимметрии телефонных цепей по отношению к земле.**

Измерение производится весьма просто с помощью специального прибора фирмы Сименса и Гальске, схема которого указана на рис. 6. Это же измерение можно произвести с помощью простых реостатов, включив их по той же схеме. В качестве источника тока служит генератор переменного тока настроенный на частоту $\omega = 5000$ (лучше всего с электронными лампами).

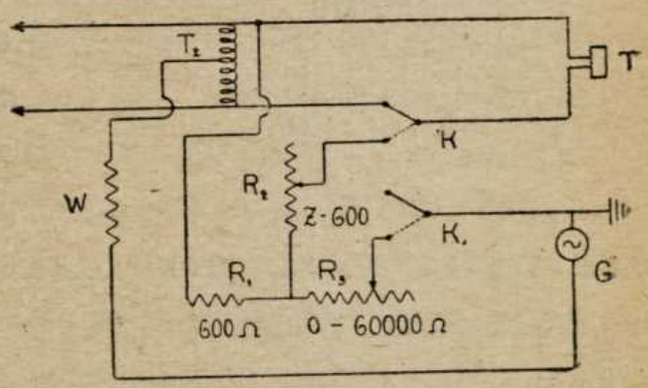



Рис. 6.

На рис. 6 показано включение приборов в измеряемую линию: Tr—первичная обмотка дифференциального трансформатора (вторичная обмотка остается свободной), K и $K_1$—переключатели, перекидываемые оба одновременно в ту или другую сторону. Реостаты: $R_1$—постоянный равный 600Ω, $R_2$ на 600Ω меньше характеристики линии, т. е. $R_1$ и $R_2$ в сумме равны характеристике линии Z; $R_3$—переменный реостат, сопротивление которого может меняться от 5000 до 60 000 Ω; T—телефон, G—генератор с угловой частотой $\omega = 5000$. Реостат $R_3$ подбирают так, чтобы при переключении телефона, то на измеряемую линию, то на потенциометр (составленный из указанных реостатов) сила звука в телефоне не менялась. Это будет в том случае, когда разность потенциалов, которая получается на зажимах телефона при включении его на линию (обусловленная асимметрией линии по отношению к земле) будет равна разности

потенциалов на потенциометре. Отсчет сопротивления на потенциометре даст возможность выразить эту разность потенциалов в процентах от потенциала провода по отношению к земле:

$$P^0/_0 = \frac{R_1}{R_1 + R_3} \cdot 100 = \frac{600}{600 + R_3} \cdot 100$$

Допустимая величина асимметрии: не свыше $4^0/_0$.

### § 4. Измерение асимметрии телефонных цепей по отношению к линии передачи энергии.

Тот же прибор фирмы Сименс и Гальске дает возможность измерять асимметрию телефонных цепей и по отношению к линии передачи энергии. Включение приборов указано на рис. 7.

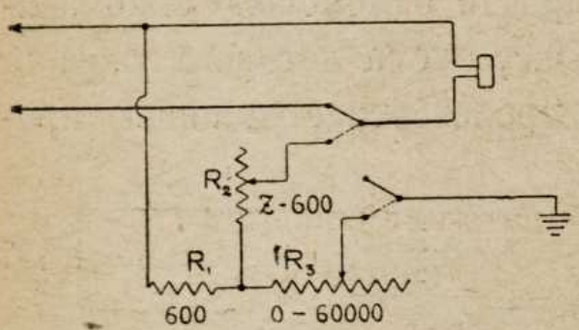


Рис. 7.

Реостаты имеют те же величины, какие были указаны в § 3.

С помощью этой схемы сравнивается индукция линии электропередачи на двупроводную цепь с индукцией на однопроводную. Сила звука в телефоне будет одинакова при перебрасывании переключателей тогда, когда электродвижущая сила индукции в двупроводной цепи будет равна разности потенциалов на потенциометре. Выражая сопротивление между напряжением индукции в двупроводной цепи и напряжением однопроводной в процентах с помощью соотношения сопротивлений в потенциометре, получим

$$P^0/_0 = \frac{R_1}{R_1 + R_3} \cdot 100 = \frac{600}{600 + R_3} \cdot 100$$

Величина P должна быть не выше $4^0/_0$.

### § 5. Измерение напряжения шумов, индуктированных линией передачи в телефонных цепях.

Для измерения напряжения шумов пользуются таким методом. Сравнивают силу звука в телефоне, вызываемого индукцией, с силой звука в том же телефоне, получающегося от генератора с частотой $\omega = 5000$.

Схема включения приборов показана на рис. 8.

Помощью шунта и добавочного сопротивления к генератору устанавливают разность потенциалов на потенциометре по концам его равной 1 V. Передвигая ползунок потенциометра, подбирают такое положение его, чтобы сила звука в телефоне была одинакова при перебрасывании переключателя с линии на потенциометр и обратно. Каждый ом на потенциометре соответствует разности потенциалов в четверть милливольта. Чем больше коэффициент затухания телефонной линии, тем меньше должно быть напряжение индуктированных токов в конце ее. Напряжение индуктированных токов в междугородных линиях не должно превосходить 5 mV.

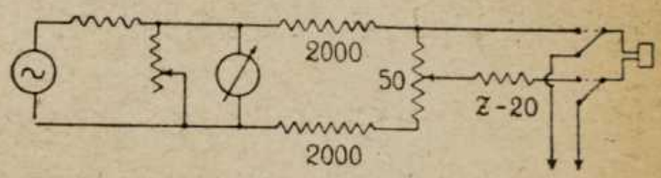



Рис. 8.

## § 6. Измерение затухания линии.

В начале линии включается генератор переменного тока с частотой $\omega = 5000$. Последовательно с генератором включается искусственная линия с затуханием равным b=1 (рис. 9). С помощью потенциометра и добавочного сопротивления подбирается напряжение в начале линии равным 1 V.

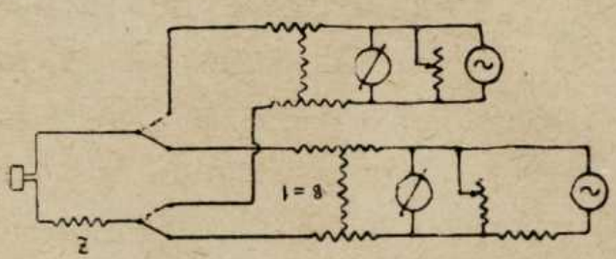



Рис. 9.

В конце линии включается телефон с сопротивлением равным характеристике линии. Помощью переключателя телефон можно включить на генератор с потенциометром и искусственной линией, включенный одинаково с передающей станцией.

Переключая телефон то на испытуемую телефонную линию, то на искусственную цепь,—добиваются получения в нем одинаковой силы звука. Если напряжение генераторов установлено одно и то же, то затухание измеряемой линии равно затуханию искусственной линии уменьшенному на величину затухания искусственной линии, включенной в начале телефонной цепи, т. е. на b=1.

## § 7. Измерение характеристики телефонных цепей.

Для этой цели необходимо иметь хороший дифференциальный трансформатор предварительно выверенный.

Измеряемую линию включают по схеме (рис. 10).

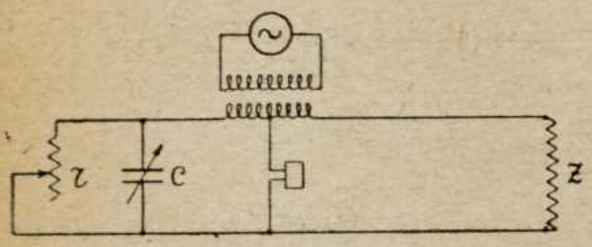



Рис. 10.

Изменяя сопротивление реостата и величину емкости в искусственной цепи добиваются полного замолкания звука генератора в телефоне, тогда характеристика линии будет равна

$$Z = \frac{r}{\sqrt{+1\,\omega^2 c^2 r^2}} \qquad \varphi = \operatorname{arc\,tg}\, \omega cr$$

---

**Цена — 15 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.861. Тираж 1.700 экз. 3/4 л

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила и нормы для испытания электрических машин.

(Настоящие правила и нормы вступают в силу с 1 января 1928 г.)

ОГЛАВЛЕНИЕ.

I. Применимость настоящих правил и норм (§ 1).
II. Основные определения общего характера (§ 2).
III. Классификация электрических машин (§§ 3—8).
IV. Номинальные величины и номинальный режим работы (§§ 9—10).
V. Предельные нормы нагрева электрических машин и испытание машин на нагревание (§§ 11—20),
VI. Испытание электрической прочности изоляции машин (21—25).
VII. Перегрузка машин (§§26-27).
VIII. Испытание машин при повышенной скорости (испытание на разнос) (§ 28).
IX. Испытание коллекторных машин на коммутацию (§ 29).
X. Коэффицент полезного действия электрических машин и методы его измерения (§§ 30—41).
XI. Изменение напряжения генераторов и преобразователей (§ 42—44).
XII. Ток короткого замыкания синхронных машин (§ 45).
XIII. Изменение скорости вращения и направление вращения электродвигателей (§§ 46—47).
XIV. Момент вращения и коэффицент мощности двигателей переменного тока (§ 48).
XV. Щиток машины (§ 49).
XVI. Допуски (§ 50).

## I. Применимость настоящих норм.

### § 1.

Настоящие нормы относятся ко всем электрическим машинам нижеследующих категорий:

1. Генераторы и двигатели постоянного тока.
2. Синхронные генераторы и двигатели.
3. Вращающиеся преобразователи.

4. Асинхронные генераторы и двигатели.
5. Компенсаторы фаз.
6. Коллекторные машины переменного тока.
7. Аггрегаты, состоящие из вышеперечисленных типов машин.

Примечание. На тяговые двигатели настоящие нормы не распространяются.

## II. Основные определения.

### § 2.

1. Постоянный ток есть ток, не меняющий своего направления и не пульсирующий.

2. Переменный ток есть такой ток, направление которого меняется периодически определенное число раз в единицу времени. Переменный ток может быть однофазным и многофазным.

3. Трехфазный ток есть ток трехфазной связанной системы.

4. Форма кривой переменного напряжения и тока характеризуется очертанием кривой, представляющей в прямоугольных координатах зависимость мгновенных значений переменного тока от времени.

Примечание. Форма кривой не зависит от масштаба координат, в которых эта кривая построена.

Две периодически меняющиеся во времени величины имеют одну и ту же форму кривой, если соответствующие координаты находятся в постоянном соотношении друг к другу.

5. Синусоидальный переменный ток, есть переменный ток, имеющий синусоидальную форму кривой. Форма кривой напряжения и тока считается практически синусоидальной, если ни одна из ее ординат не отличается от соответствующей ординаты основной синусоиды более чем на 5% от амплитудного значения основной волны (рис. 1).

Примечание. Для определения основной волны должны быть использованы, по меньшей мере, 12 точек кривой напряжения. Для кривых, которые во все четверти периода симметричны, амплитуда основной волны

$$S = \frac{a_0 + \sqrt{3a_1} + a_2}{3}$$

где $a_0$ наибольшее значение ординаты действительной кривой, а $a_1$ и $a_2$ значения ординат, отстоящих от ординаты $a_0$ на $^1/_{12}$ и $^2/_{12}$ периода.

6. Под напряжением и силой переменного тока при отсутствии особой оговорки в нормах понимается действующее (эффективное) их значение.

7. Мощность (действительная, активная) есть количество энергии, отдаваемое или потребляемое машиной в одну секунду. В случае переменного тока под мощностью понимается среднее значение мощности за полный период изменения тока.

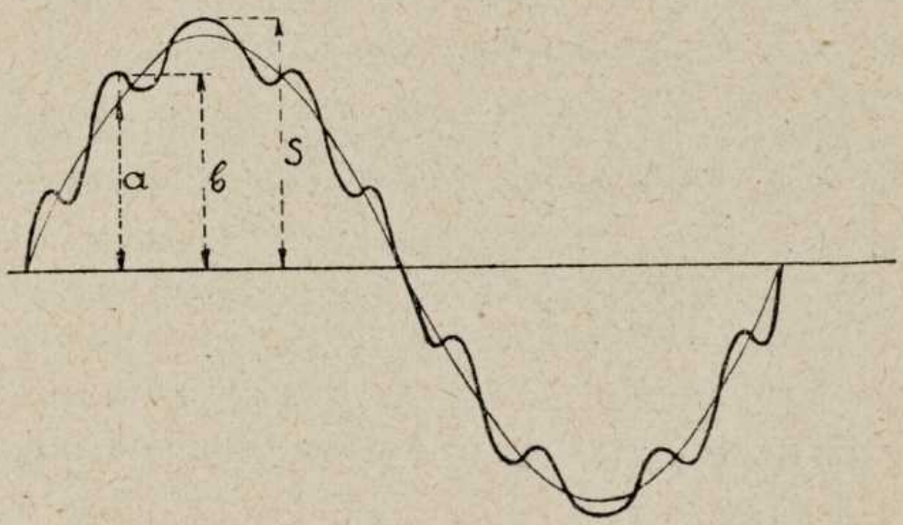



Рис. 1.

Мощность выражается всегда в ваттах (W) или киловаттах (kW).

8. Кажущаяся мощность есть произведение действующего напряжения на действующую силу тока. Она выражается в вольтамперах или киловольтамперах (VA или kVA). В случае многофазной системы под кажущейся мощностью понимается сумма кажущихся мощностей всех фаз.

9. Коэффициент мощности есть отношение мощности электрической системы переменного тока, выраженной в ваттах W (или kW) к кажущейся мощности, выраженной в VA или kVA.

10. Реактивная мощность при синусоидальном напряжении и токе есть величина, равная корню квадратному из разности квадратов кажущейся мощности и действительной (активной).

Примечание. Реактивная мощность выражается в вольтамперах (VA) или в киловольтамперах (kVA).

11. Многофазная система напряжения или тока практически считается симметричной, если отношение суммы квадратов разности между значениями напряжения или тока каждой фазы и средним значением тех же величин к квадрату среднего значения величины равно или менее 0,004, т. е.

$$\frac{E \Delta E^2}{E^2_m} \leqslant 0{,}004$$

где $E_m = \frac{E_1 + E_2 + E + \ldots E_n}{n}$

$$\Delta E_1 = E_1 - E_m$$

$$\Delta E_2 = E_2 - E_m \text{ и т. д.}$$

12. Статор есть неподвижная активная часть машины.

13. Ротор есть вращающаяся активная часть машины.

Примечание. В машинах с неподвижными полюсами вращающаяся активная часть называется также якорем.

## III. Классификация электрических машин.

### § 3.

### А. Классификация электрических машин по роду их функций.

1) Электрическим генератором называется всякая вращающаяся машина, превращающая механическую энергию в электрическую.

2) Электродвигателем называется всякая вращающаяся машина, превращающая электрическую энергию в механическую.

3) Двигатель-генератором называется аггрегат, состоящий из двух или нескольких механически связанных машин: двигателя (или двигателей) постоянного или переменного тока и генератора (или генераторов) постоянного или переменного тока и служащий для преобразования одного рода электрической энергии в другой.

4) Вольтодобавочной машиной—(бустером) называется генератор, включенный последовательно в какую нибудь цепь для изменения ее напряжения. Вольтодобавочная машина может при-

водиться в движение как отдельным электродвигателем, так и иным способом.

5) Преобразователем называется электромагнитный механизм, служащий для преобразования одного рода электрической энергии в другой, причем это преобразование может происходить как в одной вращающейся машине, так и в двух, обмотки которых связаны электрически.

6) Одноякорным преобразователем называется машина, служащая для преобразования переменного тока в постоянный и обратно в одном якоре.

7) Каскадным преобразователем называется аггрегат, служащий для преобразования переменного тока в постоянный и обратно и представляющий комбинацию из связанных механически и электрически асинхронного двигателя и машины постоянного тока.

8) Преобразователем частоты называется машина, которая превращает электрическую энергию переменного тока одной частоты в электрическую энергию переменного тока другой частоты с изменением или без изменения числа фаз и напряжений.

Примечание. В том случае когда функции преобразователя частоты выполняются двигатель-генератором, последний получает название «двигатель-генератор для преобразования частоты».

Примечание 2. Если преобразователь частоты представляет комбинацию асинхронного двигателя с синхронной машиной, то он называется каскадным преобразователем частоты.

9) Фазным преобразователем называется вращающаяся машина или комбинация из нескольких связанных электрически машин, служащая для преобразования одного числа фаз в другое. При этом частота тока остается одной и той же, величина же напряжения может изменяться.

10) Синхронным или асинхронным компенсатором называется машина, снабжающая реактивной мощностью систему, к которой она присоединена.

11) Фазным компенсатором называется возбудитель асинхронных машин.

§ 4.

Б. Классификация электрических машин в отношении их назначения и конструкции.

1) Коллекторной машиной постоянного тока называется машина, состоящая из якоря и связанного с ним коллектора и системы возбуждения неизменной полярности.

2) Униполярной машиной называется машина постоянного тока; в которой проводники якоря пересекают магнитное поле одного и того же направления в течение всего оборота.

3) Синхронными машинами называются машины переменного тока, возбуждаемые постоянным током и предназначаемые для работы с частотой, строго соответствующей числу оборотов.

4) Альтернатором называется однофазный или многофазный синхронный генератор переменного тока.

5) Турбоальтернатором называется синхронный генератор (переменного тока), предназначенный для соединения с паровой турбиной и обладающий неявно выраженными полюсами в роторе (индукторе).

6) Асинхронными (индукционными) машинами называются бесколлекторные машины переменного тока, возбуждаемые со стороны первичной цепи переменным током, имеющие электрически независимые первичную и вторичную обмотки и вращающиеся с изменяющейся, в зависимости от нагрузки, скоростью.

7) Коллекторными машинами переменного тока называются машины, имеющие ротор (якорь) и связанный с ним коллектор и систему возбуждения переменной полярности.

8) Компенсированными двигателями называются асинхронные машины, имеющие приспособление для улучшения коэффициента мощности.

§ 5.

В. Классификация машин по способу возбуждения.

1) Машинами с самовозбуждением называются такие машины, которые возбуждаются индуктированным в них током.

2) Машинами с независимым возбуждением называются такие машины, которые получают возбуждающий ток от совершенно независимого источника.

Примечание: Машины с возбудителем на валу называются машинами с собственным возбудителем.

§ 6.

Г. Классификация двигателей по скоростным характеристикам.

1) Двигателями с постоянной скоростью называются такие двигатели, в которых скорость вращения не зависит от нагрузки (например, синхронный двигатель).

2) Двигателями с шунтовой характеристикой называются такие двигатели, в которых скорость вращения при увеличении нагрузки изменяется незначительно (например, шунтовые двигатели постоянного тока и асинхронные двигатели).

3) Двигателями с сериесной характеристикой называются такие двигатели, скорость вращения которых в сильной мере зависит от нагрузки, при чем увеличению нагрузки соответствует падение скорости (к числу гаких двигателей могут быть отнесены, например, двигатели постоянного и переменного тока с последовательным возбуждением и репульсионные двигатели).

4) Двигателями с несколькими ступенями скорости называются такие двигатели, которые могут работать только при нескольких определенных ступенях скорости. На каждой из указанных ступеней двигатель работает или по шунтовой характеристике (напр. асинхронный двигатель с изменением числа полюсов) или при постоянной скорости (например, синхронный двигатель с изменением числа полюсов).

5) Двигателями с регулировкой скорости называются двигатели, скорость вращения которых можно изменять в некоторых пределах для одной и той же нагрузки.

§ 7.

Д. Классификация машин по системам охлаждения.

1) Машиной с естественным охлаждением называется такая машина, которая не имеет никаких специальных приспособлений для охлаждения.

2) Машиной с самовентиляцией называется такая машина, охлаждение которой достигается или вентилятором или

каким нибудь специальным приспособлением, составляющим с вращающейся частью машины одно целое.

Примечание. — В том случае, когда воздух должен подводиться или отводиться посредством труб, в технических условиях машины должно быть сделано специальное указание.

3) Машиной с посторонним охлаждением называется такая машина, к которой охлаждающая среда (газообразная или жидкая) подается специальным приспособлением (вентилятором или насосом), работающим независимо от машины. Этот класс машины делится на три категории:

а) машины с воздушным охлаждением,

б) машины с замкнутой циркуляцией газа,

в) машины с водяным охлаждением.

Примечание. Если водяное охлаждение применено к машине только для подшипников, то такая машина к категории «в» не относится.

## § 8.

### Е. Классификация машин по способу защиты.

### 1. Открытые машины.

Открытой машиной называется такая машина, в которой все вращающиеся и токопроводящие части не имеют специальных защитных приспособлений.

### 2. Защищенные машины.

а) Защищенной машиной называется такая машина, у которой обмотки и другие части, находящиеся под напряжением или в движении, защищены от случайного прикосновения или проникновения внутрь машины постороннего тела, но таким образом, что свободный обмен воздуха между машиной и окружающей средой не нарушен. Против пыли, влажности и газов, содержащихся в воздухе, этот род машин является не защищенным.

б) Защищенной от падения капель сверху (капежа) машиной называется такая, которая кроме защиты согласно пункта «а» имеет приспособление, исключающее возможность попадания в машину жидкости и грязи сверху.

в) Защищенной от дождя и брызг называется такая машина, которая, кроме защиты согласно пункта «а», имеет приспособления, предохраняющие от проникновения внутрь машины водяных капель и струй любого направления.

### 3. Закрытые машины.

а) Закрытой машиной называется такая, которая, не будучи абсолютно герметической, не имеет никаких других отверстий, кроме отверстий для болтов, скрепляющих отдельные механические части, и для вывода проводов или же имеет только отверстия, которые защищены крышками, препятствующими проникновению воздуха из машины в окружающее пространство и обратно.

б) Закрытой вентилируемой машиной называется закрытая машина с независимым охлаждением. Охлаждающая среда подводится посредством труб или других аналогичных приспособлений.

Примечание. — Если закрытые машины должны иметь некоторые части под напряжением вне защитного кожуха, об этом должно быть специально оговорено. Пример: закрытый асинхронный двигатель с внешними контактными кольцами.

в) Герметически закрытой машиной называется машина, способная выдерживать без вреда и без понижения изоляции ниже 500 000 Ω полное погружение в воду в течение 4 часов.

### 4. Машины с защитой против взрыва.

а) Машиной с защитой против взрыва называется машина, снабженная специальным кожухом, который должен противостоять взрывам газа внутри машины и не передавать пламени воспламеняющемуся газу вне ее и наоборот.

б) Машиной с противовзрывной защитной оболочкой для колец называется такая машина, в которой кольца и щетки заключены в специальное устройство, могущее противостоять взрыву газов внутри ее и препятствующее выбиванию пламени вне ее.

## V. Номинальные значения величин и номинальный режим работы.

### § 9.

### Номинальные значения величин.

Условия работы машин характеризуются теми значениями мощности, напряжения, тока, скорости вращения, коэффициента мощности, частоты, для которых машина построена и которые указаны на щитке машины. Как этим значениям, так и другим, вычисленным по ним, присваивается наименование «номинальных».

Номинальной мощностью электрических машин называется мощность, указываемая на щитке машины и которую машина должна развивать или отдавать при своем номинальном режиме.

Номинальная мощность генераторов постоянного тока определяется на зажимах машин и выражается в ваттах (W) или киловаттах (kW).

Номинальная мощность альтернаторов определяется на зажимах машины и выражается в вольт-амперах (VA) или киловольтамперах (kVA).

Номинальной мощностью электродвигателей называется механическая мощность на валу машины, выражаемая в ваттах (W) или киловаттах (kW).

Номинальным напряжением называется напряжение, указанное на щитках машины и которое машины должны развивать на своих зажимах, или при котором последние должны действовать, при условии, что остальные величины, характеризующие режим машины, имеют также номинальные значения.

Данные относительно напряжения машины относятся к эффективным значениям.

Если нет особых указаний, то напряжение всегда означает для трехфазных машин — сопряженное (линейное) или междуфазовое напряжение, а для двухфазных машин — напряжение между проводами одной и той же фазы.

Номинальной силой тока машины называется сила тока машины, указанная на щитке последней и определяемая на основании номинальных значений кажущейся мощности и напряжения.

Номинальной скоростью вращения машины называется скорость вращения, обозначенная на щитке машины и соответствующая номинальному режиму машины.

Номинальным коэффициентом мощности ($\cos\varphi$) называется отношение номинального значения эффективной мощности к номинальному значению кажущейся мощности.

## § 10.

## Номинальный режим работы.

Срок службы машины зависит от наибольших температур, при которых работает примененная в машине изоляция. Поэтому при установлении мощности машины необходимо различать следующие три режима работы.

### 1. Продолжительная работа.

Продолжительной работой машины называется такая работа, при которой рабочий период настолько велик, что нагрев машины достигает своего установившегося состояния. Номинальной мощностью машины при продолжительной работе называется та мощность, которую машина может отдавать в течение произвольно долгого времени. При этом конечная температура и конечные повышения температуры отдельных частей машины не должны превосходить указанных ниже в § 16 допустимых пределов. Если на щитке машины при указании мощности не сделано особого добавления, то под номинальной мощностью машины понимается мощность при продолжительной работе.

### 2. Кратковременная работа.

Кратковременной работой машины называется такая работа, в течение которой нагрев машины не достигает своего установившегося состояния.

Перерыв в работе машины должен быть достаточно велик для того, чтобы при возобновлении работы температура машины не отличалась от температуры охлаждающей среды.

Номинальной мощностью машины при кратковременной работе называется та мощность, которую машина может отдавать в тече-

ние определенного, указанного на ее щитке, времени. При этом конечные температуры и конечные повышения температуры отдельных частей машины не должны превосходить указанных ниже в § 18 допустимых пределов.

Стандартные периоды работы устанавливаются в 5, 10, 15, 30, 60, 90 и 120 минут.

Номинальная мощность машин, предназначенных для кратковременной работы, должна указываться на щитке машины с дополнительной надписью «в течение . . . минут».

Примечание. — При установлении номинальной мощности электродвигателей должны быть предусмотрены условия пуска в ход.

### 3. Повторно-кратковременная работа.

Повторно-кратковременной работой называется такая работа, при которой рабочие периоды регулярно чередуются с периодами остановки или работы без нагрузки — «промежутками» (например, двигатели для кранов, под'емных машин и т. п.) Общая продолжительность одного рабочего периода с одним «промежутком» не должна превосходить 10 минут.

Режим повторно-кратковременной работы характеризуется относительной продолжительностью рабочего периода, под каковой понимается отношение времени рабочего периода к суммарной продолжительности рабочего периода и «промежутка».

Нормальными значениями относительной продолжительности рабочего периода считаются 15, 25, 40%.

При нерегулярно распределенных рабочих периодах и промежутках за относительную продолжительность принимается отношение суммарного времени всех рабочих периодов к продолжительности времени испытания. Длительность такого испытания не должна быть больше 8 часов.

Номинальной мощностью машины при повторно-кратковременной работе называется мощность, при которой машина может работать длительно при условии регулярного чередования рабочих периодов с «промежутками» при заданной относительной продолжительности рабочего периода. При этом конечные температуры и конечные повышения температуры не должны превосходить указанных ниже в § 16 допустимых пределов.

Номинальная мощность машины для повторно-кратковременной работы должна указываться на щитке машины с дополнительной надписью «при повторно-кратковременной работе».

Примечание. При заказе машины должно быть оговорено, должна ли машина во время перерывов совсем выключаться или работать в холостую.

## V. Предельные нормы нагрева электрических машин и испытание машин на нагревание.

### § 11.

### Классификация изолирующих материалов.

Все изолирующие материалы, применяемые в электрических машинах, в отношении допускаемых для них наибольших температур нагрева, разделяются на следующие четыре класса:

Класс О. — Непропитанные и непогруженные в масло волокнистые материалы, как то хлопчатобумажная пряжа и ткань, натуральный шелк, бумага и тому подобные органические вещества.

Класс А—Пропитанные или погруженные в масло волокнистые материалы, как то хлопчатобумажная пряжа и ткань, натуральный шелк, бумага и тому подобные органические вещества, также эмаль и лаки, служащие для покрытия проводников.

Класс В—Препараты из слюды, асбеста и тому подобных материалов минеральнвго происхождения со связующими веществами.

Если совместно с изоляционным материалом класса В с целью крепления применяется в небольшом количестве изоляционный материал класса А, то подобная комбинированная изоляция может быть отнесена к классу В в том случае, если электрические и механические свойства обмотки с этой изоляцией не ухудшаются из за действия более высокой температуры, допускаемой для материалов класса В. (Здесь под словом «ухудшение» следует понимать, что не будут иметь места никакие изменения. которые могут сделать изоляцию непригодной для длительной работы).

Класс С—Чистая слюда без связывающих материалов, фарфор, стекло, кварц и другие подобные материалы.

Примечание. Пропитанная хлопчатая бумага, бумага или шелк. Изоляция считается «пропитанной», если пропитывающее вещество вытесняет собою воздух между отдельными волокнами, причем это вещество не должно обязательно заполнять собою промежутков между изолированными провпдниками. Пропитывающее вещество должно обладать хорошими изолирующими свойствами, должно в совершстве обволакивать волокна, способствовать плотному взаимному сцеплению их волокон как между собой, так и с телом проводника; это вещество не должно образовывать пустых пространств внутри изоляции проводника как следствие своего испарения. так и по каким-либо другим причинжм. Оно не должно разжижаться под влиянием допустнмых предельных температур. Наконец, оно должно быть теплостойким.

Изоляция, составленная из материалов, принадлежащих к различным классам. Если применяется комбинированная изоляция из материалов, принадлежащих о различаым классам, за исключеннем случаев, указанных в разделе о класса В, повышение температуры каждого из применяемых материалов не должно превосходить предельного значения, допускаемого для данного матернала.

§ 12.

Нагрев частей машины как при продолживельной, так и при повторнократковременной работе характеризуется разностью температур, именуемой «повышением температуры», между температурой частей нагретой машины и температурой охлаждающей среды, при кратковременной же работе — разностью температур частей машины в конце и начале работы.

Наибольшие повышения температуры частей машины не должны превосходить указанных ниже в таблице § 16 пределов.

§ 13.

Измерение температуры машины, в зависимости от мощности в типа машины, может выполняться тремя методами:

а) метод термометра.

Метод термометра заключается в определении температуры машины ртутным, спиртовым или иным термометром, приклады-

ваемым к тем местам отдельных частей машины, которые предполагаются наиболее горячими. Этот метод может дать лишь температуру поверхности частей машины.

б) метод сопротивления.

Метод сопротивления состоит в определении температуры обмоток машин по увеличению омического сопротивления. Этот метод дает среднюю температуру металла обмоток, а потому при его применении рекомендуется одновременное измерение температуры методом термометра, согласно пункта «а» настоящего параграфа. За измеренную температуру в этом последнем случае берется наибольшая из полученных по двум вышеуказанным методам.

в) метод температурных детекторов.

Метод заложенных температурных детекторов заключается в определении местных внутренних температур машины термопарами или специальными местными катушками сопротивления, помещаемыми, по возможности, ближе к точкам наибольшего нагрева. Этот метод дает местные внутренние температуры машины. На ряду с измерением температуры обмоток по методу детекторов всегда должен применяться метод сопротивления. За измеренную температуру принимается наибольшая температура из полученных по двум методам.

Метод температурных детекторов должен применяться к статорам всех турбоальтернаторов с мощностью в 5 000 kVA и выше. Он должен также применяться к статорам всех остальных типов машин переменного тока, если мощность их равна или превосходит 5 000 kVA или если длина железа статора равна 100 cm и выше, независимо от мощности.

§ 14.

В виду того, что измерение температуры точек наибольшего нагрева практически почти невозможно в нормы вводится понятие «наибольшей наблюдаемой температуры». Величина «наибольшей наблюдаемой температуры» зависит от метода измерения. Поэтому в таблице норм наибольших наблюдаемых температур и повышений температуры указывается метод измерения.

§ 15.

Нормы повышения температуры отдельных частей машины устанавливаются по «наибольшей наблюдаемой температуре» и стандартной температуре охлаждающей среды.

Стандартная температура охлаждающей среды устанавливается в 35° С для воздуха и в 25° С для воды.

Нормы таблицы § 16 принимают, что высота местности над уровнем моря не превосходит 1 000 m.

Примечание. Для машин, предназначенных для установки на бóльших высотах и в помещениях, имеющих температуру выше 35° С, должны быть особые условия заказа.

§ 16.

Наибольшие наблюдаемые температуры и наибольшие повышения температуры частей машин не должны превосходить значений, указанных в нижеследующей таблице.

§ 17.

Продолжительность опыта нагревания и начальная температура машины.

1. Испытание машины на нагревание должно производиться в условиях, соответствующих номинальному режиму работы или при условиях в тепловом отношении ему эквивалентных.

Примечание. Под эквивалентными в тепловом отношении условиями понимаются такие, при которых количество тепла, выделенного в каждой отдельной части машины за время опыта искусственной нагрузки, равно количеству тепла, выделяемого за то же время при номинальном режиме работы.

2. У машин, предназначенных для продолжительной работы, испытание на нагревание может начинаться как в холодном, так и нагретом состоянии. Испытание продолжается до тех пор, пока не установится конечная температура. Температура считается установившейся, если ее повышение за 1 час не превосходит 2° С.

3. В машинах для кратковременной работы опыт должен начинаться обязательно с холодного состояния машины. Наибольшая допускаемая в начале опыта разность температур между темпера-

## ТАБЛИЦА НОРМ

**наибольших наблюдаемых температур и наибольших повышений температуры частей машин для работы в местностях, где температура охлаждающей среды не превосходит 35° С для воздуха и 25° С для воды.**

| №№ по пор. | Класс изоляции. | Наименование части машины или род обмотки. | Наибольшие наблюдаемые температуры в градусах Цельсия. | Наибольшие повышения температуры в градусах Цельсия. | Метод измерения. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Класс О. | Все обмотки на вращающихся и неподвижных частях машины за исключением п. 5, 6, 7. | 80° | 45° | Метод сопротивления с проверкой по методу термометра. |
| 2. | Класс А. | Все обмотки на вращающихся и неподвижных частях машины за исключением п. 5, 6, 7. | 95° | 60° | |
| 3. | Класс В. | Все обмотки на вращающихся и неподвижных частях машины за исключением п. 5, 6, 7. | 115° | 80° | |
| 4. | Класс С. | Все обмотки на вращающихся и неподвижных частях машины за исключением п. 5, 6, 7. | Ограничены таким нагревом, при котором температура соседних изолированных частей не превосходит допускаемого для них предела. | | |
| 5. | Классы О, А, В. | Изолированные постоянно замкнутые накоротко обмотки. | На 5° выше, чем в пунктах 1, 2, 3. | | |
| 6. | Без изоляции. | Постоянно замкнутые накоротко обмотки. | Как и в пункте 4. | | |
| 7. | Все классы. | Однорядные обмотки возбуждения с голой неизолированной поверхностью. | На 5° выше, чем в пунктах 1, 2, 3. | | |
| 8. | | Железо, не соприкасающееся с обмотками. | Как и в пункте 4. | | Метод термометра. |
| 9. | | Железо с уложенными в нем обмотками. | Как и в пунктах 1, 2, 3, 4. | | |
| 10. | | Коллектор и контактные кольца. | 90° | 55° | |
| 11. | | Подшипники. | 80° | 45° | |
| 12. | | Все другие части. | Как и в пункте 4. | | |

Примечание. Измерения по п. п. 1, 2, 3, 4 и 7 производятся методами сопротивления с проверкой методом термометра. Измерения по п. п. 5, 6, 8, 9, 10, 11 и 12 — по методу термометра.

турой самой теплой обмотки и температурой охлаждающей среды не должна превышать 3° С.

Опыт должен продолжаться в течение указанного на щитке периода времени.

4. В машинах для повторно-кратковременной работы испытание на нагревание может начинаться как в холодном, так и нагретом состоянии. Испытание продолжается до тех пор, пока не установится конечная температура. Измерение температуры машины производится по истечении половины времени последнего периода работы. Продолжительность одного периода работы с промежутком, т. е. остановкой (или работой без нагрузки), должна составлять 10 минут.

Примечание. В целях ускорения испытания на нагрев, машины, предназначенные для продолжительной работы, могут работать в начале испытания при некоторой допустимой с механической и электрической точек зрения перегрузке. Машины для повторно-кратковременной работы могут в начале испытания работать без перерыва.

5. В машинах средней и большой мощности испытание на нагревание может быть закончено по достижении машиной 85—90% от предполагаемой конечной температуры. Конечная температура может быть определена графическим построением. С этой целью измеряется приращение температуры ($\Delta T$) через равные промежутки времени ($\Delta t$) порядка 10—15 минут и строится график зависимости приращения температуры $\Delta T$ за каждый промежуток в функции от температуры T за этот промежуток. Приращение температуры $\Delta T$ откладывается по оси абсцисс, а средняя температура T по оси ординат (рис. 2).

Примечание. Линия, выражающая эту зависимость, представляет прямую, которая в пересечении с осью ординат дает конечную температуру машин.

## § 18.

### Измерение температуры охлаждающей среды.

1. В машинах с естественным охлаждением и с самовентиляцией за температуру охлаждающей среды необходимо принимать среднюю арифметическую температуру окружающего воздуха из температур, измеренных через равные промежутки времени в течение последней четверти опыта.

2. Для измерения температуры окружающего воздуха применяются, по крайней мере, два термометра, которые располагаются на уровне средней части машины на расстоянии от нее от 1 до 2 m.

3. Во избежание ошибок, могущих быть из-за сдвига во времени в колебаниях температуры мощных машин и температуры

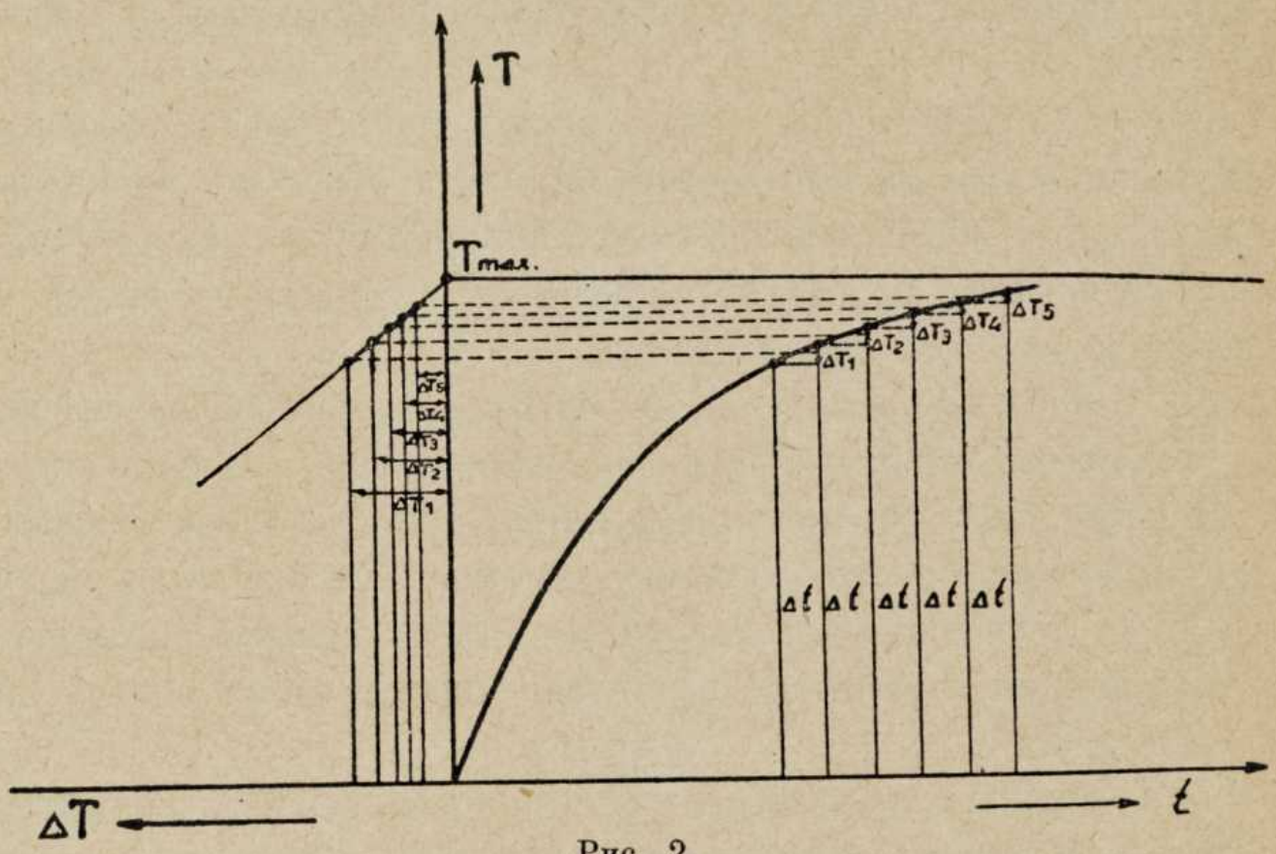



Рис. 2.

окружающей среды, при испытании таких машин шарик термометра должен погружаться в металлический сосуд с маслом цилиндрической формы. Размеры сосуда должны быть не меньше 25 mm в диаметре и 350 mm по высоте.

4. В тех машинах с самовентиляцией, к которым воздух подводится посредством специальных труб и каналов, в машинах с независимым охлаждением и в машинах с водяным охлаждением за температуру охлаждающей среды считается средняя арифметическая из температур охлаждающей среды, измеренных при входе в машину через равные промежутки времени в течение последней четверти опыта.

## § 19.

## Измерение температуры машины.

1. В тех случаях, когда это возможно без остановки или выключения машины, измерение температуры необходимо производить в течение всего испытания. Например: температуру обмотки воз-

буждения—по методу сопротивления, температуру обмоток статора—термометром или температурным детектором и т. п.

2. Измерения температуры частей машины должны быть также произведены немедленно после остановки машины. В случае машин с независимым охлаждением, одновременно с выключением их следует останавливать приток охлаждающего воздуха или охлаждающей воды.

3. В том случае, когда между моментом выключения и измерением температуры машины после остановки проходит промежуток времени достаточный для того, чтобы температура машины могла несколько понизиться, следует определять температуру частей машины в момент выключения.

Примечание. В тех случаях, когда непосредственное измерение этой температуры невозможно, определение ее должно быть сделано следующим приближенным способом. После выключения машины отмечают температуры ее частей, в зависимости от времени, строят кривую температуры в функции от времени и экстраполируют ее на момент выключения.

4. За измеренную температуру машины берется наибольшая из двух полученных температур: в момент выключения и после остановки.

## § 20.

## Различные методы измерения температуры частей машины.

### а) Метод сопротивления.

Повышение температуры медных обмоток в градусах Цельсия вычисляется по следующей формуле:

1) В машинах для продолжительной и повторно-кратковременной работы:

$$\Delta T = \frac{R_{гор.} - R_{хол.}}{R_{хол.}} \cdot \frac{1}{\alpha} - (T_{охл.\ ср.} - T_{хол.})$$

2) В машинах для кратковременной работы:

$$\Delta T = \frac{R_{гор.} - R_{хол.}}{R_{хол.}} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

В этих формулах:

$R_{гор.}$ — сопротивление нагретой обмотки;

$R_{хол.}$ — сопротивление холодной обмотки;

$T_{хол.}$ — температура холодной обмотки;

$T_{охл.\ ср.}$ — температура охлаждающей среды;

$\alpha$ — температурный коэффициент сопротивления меди, определяемый по формуле

$$\alpha = \frac{1}{234.5 + T_{хол.}}$$

| Температура обмотки в градусах Цельсия, при которой измерено начальное сопротивление обмотки $T_{хол.}$ | Величина коэффициента $\alpha$, которая должна быть подставлена в формулу для $\Delta T$ |
|---|---|
| 0 | 0,00427 |
| 5 | 418 |
| 10 | 409 |
| 15 | 401 |
| 20 | 393 |
| 25 | 385 |
| 30 | 378 |
| 35 | 371 |
| 40 | 364 |

Метод сопротивления может быть заменен методом термометра в случае обмоток очень малого сопротивления, как например обмотки добавочных полюсов, компенсационные обмотки и т. п.

## б) Метод термометра.

1. Измерение температуры посредством термометра производится ртутными, спиртовым или иным термометром. Спиртовой термометр рекомендуется применять во всех тех случаях, где возможно появление в ртути токов Фуко.

2. Термометры, применяемые для измерения температур машин, должны плотно прикладываться к той поверхности, температура которой измеряется. С наружной стороны они должны покрываться ватой или другим плохо проводящим тепло материалом.

3. Для измерения температур поверхностей, соприкасающихся с охлаждающей средой, вместо термометра могут применяться также катушки сопротивления и термопары. Однако, в сомнительных случаях правильным считается показание термометра.

в) Метод температурных детекторов.

1. Рекомендуемый тип температурных детекторов — детектор сопротивления. Он должен иметь длину 50 cm, ширину 3 mm и сопротивление около 10 Ω. Кроме того, в качестве температурных детекторов могут применяться также термопары. Число закладываемых детекторов должно быть не меньше шести, причем они должны быть размещены равномерно по всей окружности машины в тех местах впадин, которые по предположению будут иметь наибольшие температуры.

2. Каждый детектор должен быть собран с полосками подходящего изолирующего материала, причем собранная таким образом единица по ширине должна быть равна ширине впадины, а по длине несколько больше длины самого детектора.

3. Детектор должен находиться в самом близком контакте с изоляцией, температура которой измеряется. Детектор должен быть уложен таким образом, чтобы к нему был закрыт доступ охлаждающего воздуха.

4. В машинах с двухслойной обмоткой детектор должен быть помещен между верхей и нижней катушками впадины. В машинах с однослойной обмоткой детектор может быть помещен или между верхней стороной катушки и клином или между нижней стороной катушки и дном впадины снаружи изоляции катушки.

## VI. Испытание электрической прочности изоляции машин.

§ 21.

1. Испытание электрической прочности изоляции на пробой высоким напряжением является обязательным для каждой машины и должно производиться на месте изготовления машины до начала ее промышленной эксплоатации.

Примечание. Если испытание изоляции на пробой предполагается произвести на месте установки, то в технических условиях должна быть сделана специальная оговорка.

2. Испытание изоляции на пробой высоким напряжением допустимо лишь для новых машин. Оно производится или а) при таких температурах частей машин, которых они достигают при нормальной работе, т. е. сразу после испытания машины на нагревание, если таковому машина подвергается, или б) в холодном состоянии машины, если при приемке она испытанию на нагревание не подвергается.

Примечание. Над машинами, проработавшими некоторое время в эксплоатации, испытание на пробой производиться не должно. В этом случае исправное состояние изоляции может быть, до некоторой степени, проверено лишь по измерению ее сопротивления.

3. Испытание изоляции на пробой производится с вполне собранной машиной, а не с отдельными ее частями.

Примечание. В машинах постоянного тока, синхронных машинах с явно выраженными полюсами и в тех машинах, которые на заводе не могут быть собраны, испытание изоляции на пробой может производиться над отдельными частями.

4. Измерение сопротивления изоляции машины является необязательным,

Примечание. Измерение сопротивления изоляции рекомендуется производить перед испытанием изоляции машины на пробой с целью убедиться в исправном состоянии изоляции. Наименьшее допустимое сопротивление изоляции машины при нормальной рабочей температуре ее частей может быть получено из следующего выражения. Сопротивление изоляции в мегомах $= \frac{\text{напряжение на зажимах}}{\text{номинальная мощность kVA} + 1\,000}$

Приведенная формула предполагает, что измерение сопротивления изоляции производится постоянным током при напряжении в 500 V. При измерении сопротивления изоляции все цепи, имеющие при нормальной работе одинаковый потенциал относительно земли, испытываются вместе. Цепи с различными напряжениями испытываются отдельно.

## § 22.

1. Испытанию на пробой высоким напряжением должна быть подвергнута как изоляция обмоток, по отношению к станинам ма-

шин (т. е. к земле), так и изоляция между разобщенными электрически обмотками.

2. Испытательное напряжение должно прикладываться поочередно между каждой электрически-независимой цепью и всеми другими электрическими цепями и металлическими частями, соединенными с корпусом и с землею. Все обмотки машины, кроме испытуемой, при испытании должны быть соединены с землей. Соединенные между собой многофазные обмотки считаются за одну цепь.

3. Если несколько машин соединены между собой последовательно, то, кроме вышеуказанного испытания изоляции каждой машины, изоляция связанных электрически обмоток машин испытывается по отношению к земле напряжением, соответствующим испытательному напряжению системы.

4. Если одна из обмоток машин электрически связана со станиной, то при испытании изоляции на пробой соединение обмоток со станиной должно быть прервано. При установлении испытательного напряжения за номинальное напряжение обмотки в данном случае считается наибольшее напряжение, которое может возникнуть при нормальной работе между какой нибудь частью обмотки и станиной.

## § 23.

1. Частота испытательного напряжения должна быть равна номинальной частоте машины или 50 периодам в секунду.

2. Стандартная форма испытательного напряжения — синусоидальная.

3. Испытание должно начинаться при напряжении меньшем $^1/_3$ испытательного напряжения. Напряжение затем должно повышаться постепенно до испытательного напряжения, однако с такой быстротой, какая допускает возможность правильного отсчета показаний измерительных приборов. Испытательное напряжение должно выдерживаться 60 секунд. При увеличении напряжения на 25% сверх номинального не должны появляться скользящие разряды.

Результаты испытания изоляции повышенным напряжением считаются удовлетворительными, если во время испытания не происходит ни пробивания, ни перекрытий скользящих разрядов и если путем наблюдения за потреблением тока будет установлено, что испытательное напряжение не повредило изоляции.

Явление короны во время испытания не должно рассматриваться как несоответствие диэлектрической прочности нормам.

## § 24.

## Значения стандартного испытательного напряжения.

| №№ по пор. | Наименование машины или части ее | Стандартное испытательное напряжение |
|---|---|---|
| 1. | Машины с мощностью меньше 1 kW | Двойное номинальное напряжение + 500 V. |
| 2. | Машины с мощностью от 1 kW до 3 kW включительно | Двойное номинальное напряжение + 1 000 V. |
| 3. | Машины с мощностью выше 3 kW. | Двойное номинальное напряжение + 1 000 V. |
| 4. | Обмотки возбуждения синхронных генераторов при напряжении возбуждения не выше 750 V. | Минимальное напряжение 2000 V<br>10-ти кратное номинальное напряжение возбуждения.<br>Минимум 2 000 V.<br>Максимум 3 500 V. |
| 5. | Обмотки возбуждения синхронных двигателей и одноякорных преобразователей. | 10-ти кратное номинальное напряжение возбуждения.<br>Минимум 2 000 V.<br>Максимум 3 500 V. |
| | а) для асинхронного пуска при замкнутой «накоротко» обмотке возбуждения. Обмотка возбуждения считается замкнутой «накоротко», если внешнее сопротивление не превосходит 10-ти кратной величины сопротивления самой обмотки; | |
| | б) для асинхронного пуска с разомкнутой, но секционированной обмоткой. | 5 000 V. |
| | в) для асинхронного пуска с разомкнутой, не секционированной обмоткой. | 5 000 V, если номинальное напряжение возбуждения меньше 275 V.<br>8 000 V, если номинальное напряжение равно или больше 275 V. |
| 6. | Возбудитель синхронных машин. | Двойное номинальное напряжение плюс 1 000 V. |
| 7. | Вторичные обмотки (ротора) индукционных двигателей замкнутые постоянно накоротко. | Не испытываются. |
| 8. | Вторичные обмотки индукционных двигателей не замкнутых постоянно накоротко. | Двойное напряжение на кольцах плюс 1 000 V. Напряжение на кольцах определяется при номинальном первичном напряжении и неподвижном роторе. |

§ 25.

Испытание изоляции витков.

1. Испытание изоляции витков производится: повышением индуктированного напряжения на 30% против нормального в течение 3 минут.

Повышение напряжения может быть получено повышением скорости вращения. Испытание изоляции витков производится после испытания изоляции на пробой.

2. Для контроля результатов испытания изоляции перед испытанием изоляции повышенным напряжением и после испытания изоляции витков должно быть произведено измерение сопротивления обмоток.

## VII. Перегрузка машин.

§ 26.

Машины, предназначенные для продолжительной работы, должны выдерживать в нагретом состоянии кратковременные перегрузки, соответствующие 50% номинального тока в течение 2 минут без повреждения и остаточных деформаций. Испытание на перегрузку должно производиться при номинальном возбуждении. Возможное при этом повышение температуры в расчет не принимается.

Примечание 1. Напряжение на зажимах машины при этом может несколько отличаться от номинального.

Примечание 2. Предъявляемое к генератору требование не может быть распространено на первичный двигатель в смысле предъявления к нему требования выдерживать перегрузку генератора.

§ 27.

Все двигатели при номинальном напряжении на зажимах и двигатели переменного тока, кроме того при номинальной частоте должны развить перегрузочный момент не менее 60% номинального момента для машин с продолжительной нагрузкой 200% для машин с повторно-кратковременной нагрузкой. Длительность испытания двигателя на перегрузочный момент ограничивается 2 минутами.

## VIII. Испытание машин при повышенной скорости (испытание на разнос).

§ 28.

1. Все машины, кроме сериесных двигателей и генераторов для гидравлических турбин, должны выдерживать повышение числа оборотов на 25% выше номинального без вредных деформаций.

2. Генераторы для гидравлических турбин должны выдерживать повышение числа оборотов на 80% выше нормального без остаточных деформаций.

Примечание. В том случае, когда при разносе гидравлической турбины может получиться повышение числа оборотов генератора на 100% выше нормального, в технических условиях должна быть сделана соответствующая оговорка.

3. Сериесные двигатели постоянного и переменного тока должны выдерживать повышение скорости на 20% выше наибольшего указанного на щитке числа оборотов, но не ниже 50% сверх номинального для него.

4. Продолжительность испытания машины на повышение числа оборотов устанавливается в две минуты. Испытание производится на заводе с особыми предосторожностями.

Примечание. Паровые турбины должны быть снабжены быстродействующим регулятором для выключения турбины при увеличении числа оборотов на 10%.

5. Результаты испытания при повышенном числе оборотов считаются удовлетворительными, если после испытания не обнаружено никаких вредных деформаций и когда машина способна выдержать пробу диэлектрической прочности, согласно § 24.

## IX. Испытание коллекторных машин на коммутацию.

§ 29.

1. Коллекторные машины должны работать без искрения при любой нагрузке от 25% номинальной нагрузки до полной при неизменном положении щеток.

Примечание. Коммутация практически считается безискровой в том случае, когда коллектор и щетки остаются в исправном состоянии, вполне пригодном для дальнейшей работы.

2. При испытании на перегрузку коллекторные машины должны коммутировать таким образом, чтобы не возникало на коллекторе кругового огня. Коллектор и щетки должны при этом оставаться в исправном состоянии, вполне пригодном для дальнейшей работы.

3. При испытании на коммутацию одноякорного и каскадного преобразователей и коллекторных двигателей переменного тока приложенное напряжение должно быть практически синусоидальным (см. § 2 п. 5).

Примечание. Если при пуске коллекторных двигателей переменного тока и пуске одноякорного преобразователя со стороны переменного тока получается сильный огонь на коллекторе и щетках, то этот огонь не должен отзываться на пригодности коллектора для дальнейшей работы.

## X. Коэффициент полезного действия электрических машин и методы его измерения.

### § 30.

### Общие сведения.

1. Коэффициентом полезного действия (к. п. д.) или отдачей машины называется отношение мощности, отданной машиной, к мощности, подведенной к ней.

Примечание. Потери в механических приспособлениях для измерения скорости вращения в расчет не принимаются.

2. Устанавливаются следующие стандартные методы определения коэффициента полезного действия:

а) Метод непосредственного определения, дающий непосредственно измеренный коэффициент полезного действия. В этом методе коэффициент полезного действия получается посредством одновременного измерения подведенной и отданной мощности.

б) Косвенный метод, в котором коэффициент полезного действия определяется при помощи измерения суммарных потерь

или же посредством измерения отдельных потерь. Коэффициентом полезного действия при применении этого метода является отношение отданной мощности к сумме отданной мощности и всех потерь (для генератора) или же отношением разности подведенной мощности и суммарных потерь к подведенной мощности (для двигателя).

3. При отсутствии в технических условиях особых оговорок под коэффициентом полезного действия понимается к. п. д., определенный для всех машин с мощностью выше 1 kW косвенным методом по пункту 2-б настоящего параграфа.

4. Непосредственно измеренный коэффициент полезного действия может указываться лишь для таких машин и аггрегатов, у которых имеется настолько значительная разница между подведенной и отданной мощностью, что ошибки измерений не имеют практического значения.

Примечание. У генераторов и двигателей с коэффициентом полезного действия больше 80% и у преобразователей с к. п. д. больше 90% измерение к. п. д. методом непосредственного определения не целесообразно, так как ошибки измерения значительно больше неточностей косвенного метода.

## § 31.

1. При отсутствии в технических условиях особых оговорок коэффициент полезного действия относится к номинальной мощности.

2. В двигателях с регулировкой скорости коэффициент полезного действия относится к номинальной скорости при номинальном напряжении.

3. В преобразователях с регулировкой напряжения к. п. д. относятся к среднему значению напряжения.

4. Непосредственно измеренный к. п. д. всегда относится к рабочей температуре машины.

5. При определении к. п. д. по косвенному методу омическое сопротивление при вычислении джоулевых потерь относится к 75° С. При измерении других потерь никакого пересчета на температуру не делается.

6. При установлении методов испытания предполагается, что приложенные напряжения симметричны и форма кривой приложенного напряжения синусоидальна (см. § 2 п. 5 и § 2 п. 11).

## § 32.

При определении к. п. д. машины к потерям машины необходимо относить следующие потери в вспомогательных аппаратах и приборах:

1. Потери в регулируемых сопротивлениях, реактивных катушках, вспомогательных трансформаторах и т. п., необходимых для обыкновенной работы машины.

2. Потери в возбудителе, если последний соединен непосредственно с машиной.

Примечание. При независимом возбуждении потери в возбудителе к машине не относятся.

3. Потери в добавочных машинах к одноякорному преобразователю, если они составляют неотъемлемую часть преобразователя.

Примечание. Потери в главных трансформаторах и реактивных катушках к преобразователю не относятся и указываются отдельно.

4. Вентиляционные потери в машинах с самовентиляцией.

Примечание. Потери энергии в водяных и масляных насосах при независимом охлаждении к машине не относятся, но должны обязательно указываться отдельно.

## § 33.

## Непосредственно измеренный коэффициент полезного действия.

Для непосредственного измерения коэффициента полезного действия применяются следующие методы:

1. Подведенная и отданная мощность измеряются одновременно на зажимах машины электрическими измерительными приборами.

2. Механическая отданная мощность измеряется посредством тормаза или динамометра, электрическая же мощность измеряется одновременно электрическими измерительными приборами.

3. Механическая подведенная мощность измеряется посредством вспомогательной тарированной машины, электрическая мощность измеряется одновременно электрическими измерительными приборами.

Примечание. Механическая мощность, отдаваемая машиной, должна быть измерена непосредственно на валу ротора, чтобы исключить потери на трение в ремне или зубчатой передаче.

## § 34.

## Измерение суммарных потерь в машине по методу возвратной работы.

Этот метод состоит в том, что две идентичных машины, т.-е. одинакового типа и одной и той же мощности, соединяются между собой таким образом, чтобы одна служила генератором, а другая—двигателем. Возбуждение машин должно быть так установлено, чтобы среднее значение отданной мощности равнялось номинальной мощности машин, и чтобы средняя величина напряжения равнялась номинальной. Мощность, необходимая для покрытия потерь, может подводиться к машинам или механически, или электрически, или же частью механически и частью электрически. Измеренная сумма потерь после соответствующего распределения ее на обе машины и служит для вычисления коэфф. пол. действия.

Примечание. В случае применения метода возвратной работы к машинам переменного тока при опыте в них должен быть также установлен номинальный коэффициент мощности.

## § 35.

## Измерение суммарных потерь машины по количеству тепла, отведенного к охлаждающей среде.

В закрытых машинах, охлаждаемых газообразной или жидкой средой, общие потери, за вычетом потерь на трение в подшипниках, могут быть получены измерением количества тепла, передаваемого машиной охлаждающей среде, следующим способом.

Измеряют железные и вентиляционные потери в машине при холостом ходе $p_0$ (согласно § 37) и одновременно определяют температуры охлаждающей среды при входе в машину $T_0$ и выходе из нее T. Затем производят измерения тех же температур $T_0'$ и $T_1'$ при нормальной работе машины.

Полные потери в машине $p_x$ за вычетом потерь на трение в подшипниках

$$p_x = p_0 \frac{T_1' - T_0'}{T_1 - T_0}$$

Примечание 1. Правильные результаты по этому методу могут быть получены лишь при установившейся температуре машины в обоих опытах и при условии одинаковой циркуляции охлаждающей среды.

Примечание 2. Количество тепла, отдаваемого машиной, может быть также вычислено по количеству проходящей через машину охлаждающей среды, ее теплоемкости и температурам при входе и выходе.

Примечание 3. Потери на трение в подшипниках определяются особо.

## Определение коэффициента полезного действия по отдельным потерям.

### § 36.

Различаются следующие потери в электрических машинах.

1. Потери холостого хода.
   - А. Потери в железе.
   - Б. Потери на трение в подшипниках, на трение о воздух и на трение щеток.
2. Джоулевы потери и добавочные потери.
   - Г. Джоулевы потери во всех обмотках.
   - Д. Переходные потери на контактах от щеток к коллектору и на контактах от щеток к кольцам.
   - Е. Добавочные потери, заключающие в себе все остальные потери, кроме перечисленных.

Примечание: К добавочным потерям относятся те потери в железе и железных частях, которые вызваны искажением магнитного потока при нагрузке; добавочные потери на токи Фуко в меди от той же причины; потери в короткозамкнутых секциях коллектора. При вычислении к. п. д. по отдельным потерям добавочные потери точно не определяются.

## § 37.

### Определение потерь холостого хода.

1. Потери холостого хода определяются одним из следующих двух методов.

а) Метод генератора. Машина приводится во вращение вспомогательным тарированным двигателем с номинальным числом оборотов. Возбуждение машины при этом регулируется таким образом, чтобы при холостом ходе в ней индуктировалась такая же э. д. сила, какая индуктируется при нормальной работе. Индуктированная при нормальной работе э. д. сила E принимается равной:

$$\text{для генератора: } V_{\text{ном.}} + I_{\text{ном.}} R$$
$$\text{для двигателя: } V_{\text{ном.}} - I_{\text{ном.}} R$$

где R — омическое сопротивление для якоря машин постоянного тока и ваттное сопротивление статора, определяемое по потерям короткого замыкания, для синхронных машин. Подведенная к машине от вспомогательного двигателя мощность представляет потери холостого хода.

б) Метод двигателя. Машина пускается в холостую, как двигатель. При этом все машины переменного тока, кроме синхронных, должны работать при номинальном напряжении на зажимах и номинальной частоте.

В машинах постоянного тока и синхронных, возбуждение при этом опыте устанавливается таким образом, чтобы при холостом ходе в них индуктировалась такая же э. д. сила, какая индуктируется при нормальной работе, т. е.

$$\text{для генератора } E = V_{\text{ном.}} + I_{\text{ном.}} R$$
$$\text{для двигателя } E = V_{\text{ном.}} - I_{\text{ном.}} R$$

где для якоря машин постоянного тока R — омическое сопротивление, а для статора синхронных машин R — ваттное сопротивление, определяемое по потерям короткого замыкания.

Напряжение на зажимах машин постоянного тока регулируется таким образом, чтобы машина шла с номинальным числом оборотов.

Напряжение на зажимах синхронных машин при номинальной частоте регулируется таким образом, чтобы через статор проходил наименьший ток.

Подведенная к машине мощность за вычетом потерь на возбуждение и джоулевых потерь в якоре или статоре дает потери холостого хода.

2. Измерение потерь холостого хода может производиться при нагретых подшипниках.

3. При измерении потерь холостого хода машин постоянного тока щетки должны устанавливаться в нейтрали.

4. Если желательно определить отдельно потери на трение, то они измеряются как мощность, подведенная от тарированного двигателя к невозбужденной машине при номинальном числе оборотов.

5. Если желательно отделить потери в железе при холостом ходе от потерь на трение, то они измеряются как разность подведенных к машине от тарированного двигателя мощностей при нормально возбужденной машине до э. д. силы E (п. 1) и невозбужденной машине, в обоих случаях при номинальном числе оборотов.

Примечание: Отделение железных потерь от потерь на трение, может быть также выполнено методом самоторможения (выбега).

## § 38.

### Джоулевы потери в различных обмотках.

(Для всех машин кроме синхронных).

1. Джоулевы потери в различных обмотках вычисляются по омическому сопротивлению и относятся к 75° C (см. § 31).

2. Джоулевы потери в одноякорном преобразователе получаются из таковых для той же машины, как генератора постоянного тока, умножением на соответствующий коэффициент, значение которого зависит от числа фаз и дается ниже.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Число фаз . . . . . | 1 | 2 | 3 | 6 | 12 |
| Число колец . . . . | 2 | 4 | 3 | 6 | 12 |
| Коэффициент . . . . | 1,45 | 0,89 | 0,58 | 0,27 | 0,20 |

Примечание: При установлении значений коэффициента принято, что $\cos \varphi = 1$; в случае же преобразователя с вольтодобавочной машиной предполагается, что последняя не возбуждена.

3. У асинхронных машин потери во вторичной цепи $p_2$ вычисляются по скольжению из следующего уравнения:

$$p_2 = \frac{\text{отданная мощность} \times \text{скольжение}}{1 - \text{скольжение.}}$$

В тех асинхронных машинах, скольжение которых не может быть измерено непосредственно нагрузкой, потери в роторе $I^2R$ определяются посредством омического сопротивления. Ток ротора при номинальной нагрузке вычисляется для трехфазных машин по следующему уравнению:

$$\text{Ток на кольцах в A} = \frac{\text{отданная мощность в W}}{\text{напряжение между кольцами ротора в покое в V} \times \sqrt{3} \times 0{,}93.}$$

## § 39.

### Потери в переходном контакте щеток.

Переходные потери принимаются для щеток на коллекторе в 2 V для угольных и графитовых щеток и в 0,6 V для металлоугольных; для щеток на кольцах—в 1 V для угольных и графитовых и в 0,3 V для металлоугольных на кольцо.

## § 40.

### Совместное измерение джоулевых и добавочных потерь в синхронных машинах.

В синхронных машинах добавочные потери вместе с джоулевыми потерями должны обязательно определяться экспериментально одним из следующих трех способов.

1. Метод короткого замыкания. Машина с короткозамкнутыми обмотками статора приводится во вращение вспомогательным тарированным двигателем при номинальной для нее скорости вращения. Возбуждение машины регулируется на такую величину, чтобы ток короткого замыкания был равен номинальному. Подведенная к машине от тарированного двигателя мощность за вычетом потерь на трение представляет потери короткого замыкания, которые и принимаются за сумму джоулевых и добавочных потерь.

2. Метод перевозбуждения и недовозбуждения. Машина пускается в холостую, как синхронный двигатель при

номинальном напряжении на зажимах и номинальной частоте и при этом так перевозбуждается и неловозбуждается, чтобы по обмотке статора проходил номинальный ток. Затем определяются потери холостого хода (т. е. потери в железе и потери на трение), при номинальном напряжении и том возбуждении, которое соответствует минимума тока в статоре.

Вычитая из полусуммы подведенных к машине при опыте перевозбуждения и недовозбуждения мощностей соответствующие потери холостого хода, получаем сумму джоулевых и добавочных потерь при номинальном токе.

Примечание: В некоторых случаях при машинах с большой реакцией и с распределенной обмоткой не всегда удается получить при недовозбуждении номинальный ток. В этом случае можно ограничиться одним перевозбуждением машины до номинального тока в статоре. Затем определяются потери холостого хода для того магнитного состояния машины, в котором она находилась при опыте перевозбуждения. Вычитая от подведенной к машине при опыте перевозбуждения мощности соответствующие потери холостого хода, получаем сумму джоулевых потерь при номинальном токе.

3. Метод с вынутым ротором. Измеряют мощность, потребляемую машиной при вынутом роторе и при номинальном токе в обмотках статора. Подведенная к машине при этом опыте мощность принимается за сумму джоулевых и добавочных потерь.

Примечание: Метод с вынутым ротором для определения добавочных потерь в турбогенераторах не применим.

## § 41.

## Величина добавочных потерь в различных классах машин, кроме синхронных.

Добавочные потери в машинах различных классов могут приниматься на основании следующих приближенных цифр, указанных в % от номинальной мощности.

1. Машины постоянного тока с добавочными полюсами и без них . . . . 1%
2. Асинхронные машины . . . . . ½ %
3. Одноякорный преобразователь . . . . . ½ %
4. Каскадный преобразователь . . . . . 1%

## XI. Изменение напряжения генераторов.

### § 42.

1. Под изменением напряжения генератора понимается изменение величины напряжения при переходе от одного режима к другому. При отсутствии специальных оговорок один из этих режимов соответствует холостому ходу, другой номинальной нагрузке. При этом предполагается, что температура частей машины не меняется. Изменение напряжения относится всегда к температуре в 75° С.

2. Изменение напряжения характеризуется относительным повышением напряжения, выраженным в % от номинального напряжения. Под повышением напряжения понимается отношение

$$E\% = \frac{V_0 - V_{\text{ном.}}}{V_{\text{ном.}}} \times 100\%,$$

где $V_0$ — напряжение холостого хода, получаемое переходом от номинальной нагрузки к холостому ходу с соблюдением условий § 43.

Примечание: Все генераторы должны быть так рассчитаны, чтобы в нагретом состоянии и перегрузке током в 25% против номинального, а генераторы переменного тока, кроме того, при номинальном коэффициенте мощности, могли развивать номинальное напряжение.

### § 43.

1. Под изменением напряжения генератора постоянного тока с шунтовым или независимым возбуждением понимается повышение напряжения при переходе от номинального режима работы к холостому ходу. При этом:

а) Число оборотов остается равным номинальному.

б) Щетки остаются в положении, соответствующем номинальному режиму работы.

в) При самовозбуждении остается неизменным сопротивление цепи возбуждения, а при независимом возбуждении — ток возбуждения.

2. Изменением напряжения компаундного генератора постоянного тока называется умноженное на сто отношение к номинальному напряжению машины среднего значения из разностей на-

пряжений между наибольшим и наименьшим напряжением, которые получаются при переходе от номинальной мощности к холостому ходу и обратно при соблюдении условий п. 1 настоящего параграфа.

3. Под изменением напряжения синхронного генератора, при отсутствии особой оговорки, понимается повышение напряжения, которое наступает при переходе от номинальной нагрузки к холостому ходу при условии, что

а) число оборотов остается равным номинальному,

б) ток возбуждения остается неизменным.

Примечание. — Изменение напряжения синхронного генератора при $\cos\varphi = 0{,}8$ не должно превосходить $50\%$.

4. Под изменением напряжения одноякорного и каскадного преобразователей, при отсутствии особой оговорки, понимается повышение напряжения постоянного тока, получающееся при переходе от номинальной нагрузки к холостому ходу. При этом:

а) Подведенное напряжение переменного тока должно оставаться равным номинальному;

б) частота должна быть номинальная;

в) щетки остаются в положении, соответствующем номинальной нагрузке;

г) при самовозбуждении остается неизменным сопротивление цепи возбуждения, а при независимом возбуждении-ток возбуждения.

Повышение напряжения одноякорного и каскадного преобразователей дается в $\%$ от номинального напряжения постоянного тока.

5. Изменение напряжения двигатель-генератора, кроме собственного изменения напряжения генератора, учитывает также изменение числа оборотов электродвигателя.

## § 44.

## Опытное определение повышения напряжения синхронных генераторов.

### 1. Метод непосредственного определения.

При непосредственном измерении повышения напряжения синхронного генератора последний нагружается до номинального тока при номинальном коэффициенте мощности. При этом ток возбуж-

дения регулируется таким образом, чтобы получалось номинальное напряжение. Затем нагрузка на генератор постепенно уменьшается до нуля, при чем ток возбуждения и число оборотов должны оставаться неизменными, после чего измеряется напряжение на зажимах машины $V_0$ при холостом ходе.

Примечание. Этот метод к заводским испытаниям обычно не применим, особенно для больших генераторов. В этом случае оказывается необходимым определение изменения напряжения косвенным методом посредством иных испытаний.

2. Метод косвенного определения.

Определение повышения напряжения синхронных генераторов косвенным методом может быть выполнено по характеристикам машины посредством построения диаграммы Potier, или Американского Института Инженер-Электриков или других.

## XII. Ток короткого замыкания синхронных машин.

§ 45.

1. Установившимся током короткого замыкания синхронного генератора называется ток, который устанавливается при замыкании накоротко внешних зажимов машины при токе возбуждения, соответствующем номинальной работе (т. е. номинальному напряжению при номинальном токе, номинальном коэффициенте мощности и номинальной частоте).

2. Ударным (мгновенным) током короткого замыкания синхронной машины называется наибольшее мгновенное значение тока, которое получается при внезапном коротком замыкании зажимов машины, возбужденной до номинального напряжения, при номинальной частоте, при замыкании в наиболее неблагоприятный момент.

3. Синхронные машины должны выдерживать испытание прочности конструкции на мгновенный ток короткого замыкания при холостом ходе, номинальной частоте и 100% номинального напряжения.

4. Величина ударного (мгновенного) тока короткого замыкания синхронных машин мощностью свыше 500 kW не должна превосходить 15-кратной амплитуды номинального тока.

Примечание 1. Если определение ударного тока короткого замыкания производится по осциллографу, то за ударный ток принимается 1,8-кратная амплитуда первой полуволны.

Примечание 2. Приближенное значение ударного (мгновенного) тока короткого замыкания может определяться по формуле

$$I_{к.\ мгн.} = 1{,}8\sqrt{2}\frac{E_{ном.}}{Xp}$$

где $X_p$ индуктивное сопротивление обмотки якоря машины, соответствующее потокам рассеяния как лобовых частей обмотки, так и частей ее, уложенных во впадинах.

## XIII. Изменение скорости вращения и направления вращения электродвигателей.

### § 46.

### Изменение скорости вращения электродвигателей.

1. Изменением скорости вращения электродвигателей с шунтовой характеристикой называется изменение скорости вращения при переходе от номинальной нагрузки к холостому ходу. При этом предполагается, что температура частей машины не меняется и остается равной температуре тех же частей при номинальной работе. Изменение скорости вращения двигателей постоянного тока и коллекторных двигателей переменного тока выражается в % от номинальной скорости вращения, в асинхронных же двигателях—от синхронной скорости вращения.

2. Испытание электродвигателей на изменение скорости вращения производится:

а) в шунтовых и компаундных двигателях постоянного тока при номинальном напряжении на зажимах, номинальном токе возбуждения и при положении щеток, соответствующем номинальной работе;

б) в двигателях асинхронных—при номинальном напряжении и номинальной частоте;

в) в двигателях коллекторных с шунтовой характеристикой при номинальной частоте и положении щеток, соответствующем номинальной работе.

§ 47.

Направление вращения электродвигателей.

1. Направление вращения машины называется правым, если машина вращается по часовой стрелке, и левым, если она вращается против часовой стрелки. Направление вращения определяется следующим образом:

а) со стороны противоположной коллектору или кольцам, если машина имеет или только коллектор или только кольца;

б) со стороны колец, если машина имеет одновременно и коллектор и кольца, расположенные на разных концах вала машины;

в) со стороны привода (или со стороны конца вала большего диаметра) если определение в п. а не однозначено, а также при двух коллекторах или двойном комплекте колец на разных сторонах машины и у двигателей с короткозамкнутым ротором;

г) особым способом, если определения пунктов а, б, в, не однозначены.

2. Нормальным направлением вращения машины считается правое. У трехфазных машин нормальное направление вращения или условное ненормальное направление вращения должно соответствовать порядку следования фаз I, II, III или 1—2—3 у зажимов машины.

## XIV. Момент вращения и коэффициент мощности двигателей переменного тока.

§ 48.

Двигатели переменного тока при номинальном напряжении на зажимах и номинальной частоте с соответствующим пусковым реостатом должны развивать вращающий момент не меньше 30% номинального момента в любом положении ротора в начальный момент пуска и во все время ускорения до номинальной скорости.

## XV. Щиток машины.

§ 49.

1. Всякая машина должна быть снабжена заводским щитком, на котором проставляются величины, характеризующие номинальные условия ее работы.

Щиток должен быть укреплен на машине таким образом, чтобы данные на нем можно было свободно читать при работе машины. Щиток должен содержать следующие сведения:

а) наименование треста (фирмы) и завода;

б) фабричный тип машины и фабричный номер;

в) технические данные согласно пунктам с 2 по 9 настоящего параграфа.

2. Щиток генератора постоянного тока.

Генератор постоянного тока.
Способ возбуждения.
Номинальная мощность в ваттах (W) или киловаттах (kW).
Номинальное напряжение на зажимах в вольтах (V).
Номинальная сила тока в амперах (A).
Номинальное число оборотов в минуту (n).
Номинальный ток возбуждения в амперах (A)

3. Щиток двигателя постоянного тока.

Двигатель постоянного тока.
Номинальная (отдаваемая) мощность в ваттах (W) или киловаттах (kW).
Номинальное напряжение на зажимах в вольтах (V).
Номинальная сила тока в амперах (приближенно) (A).
Номинальное число оборотов в минуту (n).
Номинальный ток возбуждения в амперах (A).

Примечание. У сериесных двигателей, кроме того, должно быть указано наибольшее допустимое число оборотов в следующей форме: например, 1 200 (номинальное число оборотов)+20%.

4. Щиток синхронного генератора и двигателя.

Род работы (генератор или двигатель).

Номинальная мощность для генераторов в вольтамперах (VA) или киловольтамперах (kVA), для двигателей в ваттах (W) или киловаттах (kW).

Число фаз статора.

Включение обмоток статора (например, $\triangle$ и т. под.).

Номинальное напряжение в вольтах (V).

Номинальнал сила тока в амперах (A).

Номинальный коэффициент мощности ($\cos \varphi$).

Номинальное число периодов в секунду (f).

Число оборотов в минуту (n).

Номинальное напряжение возбуждения в вольтах (V).

Наибольший допустимый ток возбуждения в амперах (A).

Примечание 1. В случае опережающего тока к численному значению номинального коэффициента мощности должно быть добавлено слово «опережающий».

Примечание 2. У генераторов для гидравлических турбин указывается наибольшее допустимое число оборотов по следующей форме:

Например, $500 + 80\%$ или $107 + 100\%$.

Примечание 3. На щитке у синхронного компенсатора указываются те же данные, что и на щитке синхронного двигателя со следующими изменениями. Мощность указывается в kVA для двух случаев:

а) для отстающего тока с указанием $\cos \varphi$

б) для опережающего тока с указанием $\cos \varphi$.

В том случае, когда компенсатор предназначен одновременно для питания реактивной мощностью и для механической нагрузки, на щитке кроме реактивной мощности в kVA (для двух случаев) указывается также отдаваемая мощность в kW.

5. Щиток всех двигателей переменного тока, кроме синхронных.

Наименование машины.

Номинальная мощность в ваттах (W) или киловаттах (kW).

Число фаз и способы включения обмоток статора и ротора.

Номинальное напряжение в вольтах (V).

Номинальный ток в амперах (A)—приближенно.
Номинальное число периодов в секунду (f).
Номинальное число оборотов (n).
Номинальный коэффициент мощности (cos φ).

Примечание 1. В случае опережающего тока к численному значению коэффициента мощности должно быть добавлено слово «опережающий».

Примечание 2. У сериесных двигателей должно указываться, кроме того, наибольшее допустимое число оборотов согласно прим. п. 3.

Примечание 3. У асинхронных двигателей должно указываться напряжение на кольцах при номинальном первичном напряжении, номинальной частоте и неподвижном разомкнутом роторе.

6. Щиток одноякорного и каскадного преобразователей.

Наименование машины.
Номинальная мощность на стороне постоянного тока в киловаттах (kW).
Число фаз.
Номинальное напряжение постоянного тока в вольтах (V).
Номинальное напряжение переменного тока в вольтах (V).
Номинальная сила постоянного тока в амперах (A).
Номинальная сила переменного тока в амперах (A) приближенно.
Номинальное число периодов в секунду (f).
Номинальное число оборотов (n).
Номинальный коэффициент мощности (cos φ).
Наименьший ток возбуждения в амперах (A).

Примечание. У одноякорного преобразователя при асинхронном пуске указывается также пусковое напряжение в вольтах (V).

Дополнительные указания на щитке.

1. Для генераторов и преобразователей с регулировкой напряжения—пределы регулирования напряжения.

2. Для двигателей с регулировкой числа оборотов—пределы регулирования числа оборотов.

3. Машины, предназначенные для различных режимов работы, должны иметь несколько отдельных щитков или же должны на одном щитке содержать соответствующие данные для всех режимов.

4. Машины с искусственным охлаждением должны иметь на щитке расход воздуха (в кубических метрах в секунду) или воды (в литрах в минуту) при номинальной работе.

## XVI. Допуски.

### § 50.

Допуск есть наибольшее допустимое отклонение той или другой величины от ее значения, определяемого данными правилами или техническими условиями.

Допуски учитывают неизбежную неоднородность материалов, неточности производства и ошибки измерений.

| №№ по пор. | Величина. | Допуски в % |
|---|---|---|
| 1 | Число оборотов шунтовых двигателей постоянного тока. | Номинальная мощность до 1,0 kW включительно ± 10% от номин. числа оборотов.<br>выше 1,0 kW до 20 kW включительно ± 7, 5% от номин. числа оборотов.<br>выше 20 kW ± 5% от номин. числа оборотов. |
| 2 | Число оборотов сериесных двигателей постоянного тока. | до 3 kW включ. ± 15%<br>от 3 kW до 20 kW ± 10%<br>от 20 kW и выше ± 7% |
| 3 | Изменение числа оборотов двигателей постоянного тока. | 10% от устанавливаемой техн. условиями величины |
| 4 | Число оборотов асинхр. двигат. | 20% от установл. техн. услов. скольжения |
| 5 | Коэффициент полезного действия | $\frac{1-\eta}{10}$ округленное до $^1/_{1000}$ по меньшей мере 0,01 |
| 6 | Коэффициент мощности асинхронных двигателей. | $\frac{1-\cos\varphi}{6}$ округленное до $^1/_{100}$ по меньшей мере 0,02 |

| №№ по пор. | Величина. | Допуски в % |
|---|---|---|
| 7 | Изменение напряжения генераторов. | ±5% от номинального напряж. |
| 8 | Изменение напряжения преобразователей: одноякорного преобразователя | ±1% от ном. напр. пост. тока |
| | каскадного преобразов. | ±3% от ном. напр. пост. тока |
| 9 | Мгновенный ток короткого замыкания. | 20% от устанавливаемой техн. условиями величины. |
| 10 | Установившийся ток короткого замыкания. | 15% от устанавливаемой техн. условиями величины. |
| 11 | Перегрузочный момент двигателей. | 10% момента. |
| 12 | Пусковой момент двигателей. | 10% момента. |
| 13 | Повышение температуры. | Никакого сверх нормы. |

**Цена 60 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.906. Тираж 1700 экз.—3 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Правила и нормы для испытания трансформаторов.

(Настоящие правила и нормы вступают в силу с 1 января 1928 года).

ОГЛАВЛЕНИЕ.

I. Применимость настоящих норм (§ 1).
II. Общие замечания (§ 2).
III. Основные определения (§ 3).
IV. Классификация аппаратов трансформаторного типа (§ 4).
V. Режимы работы трансформатора, предельные нормы нагрева и испытание на нагревание (§§ 5—18).
VI. Испытания электрической прочности трансформаторов (§§ 18—25).
VII. Перегрузка трансформаторов (§ 26).
VIII. Коэффициент полезного действия трансформаторов (§§ 27—28).
IX. Изменение напряжения трансформаторов (§§ 29—30).
X. Обозначение зажимов трансформаторов (§ 31).
XI. Условия параллельного включения трансформаторов (§ 32).
XII. Щиток трансформатора (§ 33).
XIII. Допуски (§ 34).

## I. Применимость настоящих норм.

§ 1.

Данные нормы относятся ко всем трансформаторам, за исключением:

1) трансформаторов, предназначенных для установки на подвижном составе электрических железных дорог;

2) трансформаторов для электрических печей;

3) испытательных трансформаторов;

4) измерительных и звонковых трансформаторов.

## II. Общие замечания.

§ 2.

1. Нижеприводимые правила и нормы касаются трансформаторов, предназначенных для установки в местностях, которые расположены не выше 1 000 m над уровнем моря и в помеще-

ниях, где температура окружающей среды не превышает 35° С. В противном случае условия испытания оговариваются особо.

2. Испытания трансформаторов, согласно настоящих норм, производятся с новыми трансформаторами, по возможности, на месте их изготовления. Испытания на месте установки оговариваются особо техническими условиями заказа.

3. Форма кривой приложенного к трансформатору напряжения предполагается практически синусоидальной.

Кривая напряжения считается практически синусоидальной, если ни одна из ее ординат не отличается от соответствующей ординаты основной волны более чем на 5% от амплитудной ординаты основной волны (см. рис. 1).

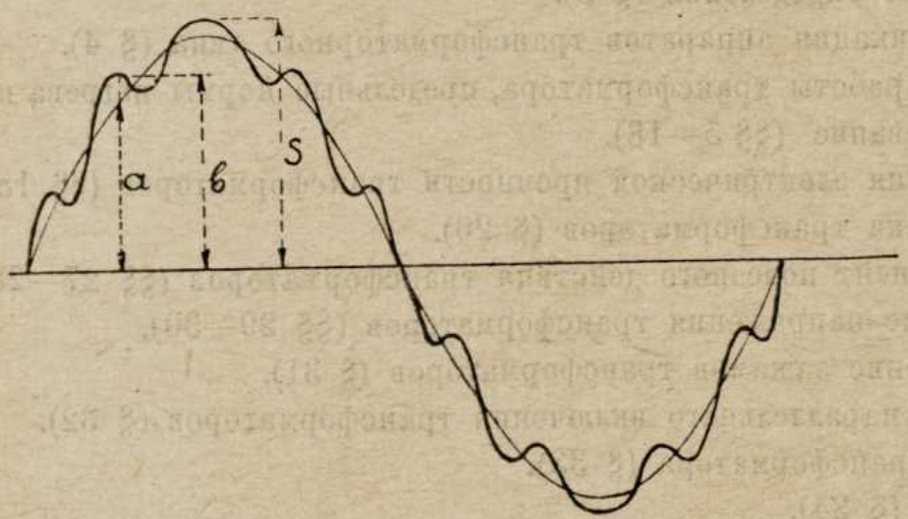



Рис. 1.

Примечание. Для определения основной волны должны быть использованы, по меньшей мере, 12 точек кривой напряжения. Для кривых, которые во все четверти периода симметричны, амплитуда основной волны вычисляется по формуле:

$$S = \frac{a_0 + \sqrt{3a_1 + a_2}}{3}$$

где $a_0$—наибольшее мгновенное значение ординаты действительной кривой, а $a_1$ и $a_2$ мгновенные значения соседних точек той же кривой, отстоящих от $a_0$ на $^1/_{12}$ и $^2/_{12}$ периода.

4. Многофазная система подводимого напряжения предполагается практически симметричной.

Многофазные системы напряжения практически считаются симметричными, если отношение суммы квадратов разницы между

значениями напряжения каждой фазы и средним значением тех же величин к квадрату среднего значения величин равно или менее 0,004, т.-е. $\frac{\Sigma \Delta E^2}{E^2_m} \geqslant 0{,}004$ где: $E_m = \frac{E_1 + E_2 \ldots + En}{n}$ а $\Delta E_1 = E_1 - E_m$; $\Delta E_2 = E_2 - E_m$ и т. д.

5. Если трансформатор имеет ответвления, то при испытании должен быть включен на ответвления, соответствующие номинальному режиму.

## Основные определения.

### § 3.

Статическим трансформатором называется всякий электромагнитный аппарат, в котором электрическая энергия преобразовывается в электрическую же без посредства механического движения его частей.

2. Первичной обмоткой трансформатора называется та, к которой электрическая энергия подводится.

3. Вторичной обмоткой трансформатора называется та, от которой электрическая энергия отводится.

4. Обмотка высшего напряжения—обмотка, приключаемая к сети более высокого напряжения.

5. Обмотка низшего напряжения—обмотка, соединяемая с сетью более низкого напряжения.

Примечание. Термины: обмотка высшего напряжения и обмотка низшего напряжения обычно применяются для отличия обмотки, имеющей меньшее число витков. Однако, в некоторых случаях обмотка с меньшим числом витков должна быть названа обмоткой высшего напряжения, а обмотка с бо́льшим числом витков—обмоткой низшего напряжения, если первая присоединяется к сети высшего напряжения, а вторая—к сети низшего напряжения. Так, напр., если дополнительный трансформатор на 3 000/1 000 V предназначен для приключения своей обмоткой с бо́льшим числом витков к сети в 3 000 V, а другой обмоткой с меньшим числом витков—к сети напряжением в 11 000 V, для повышения последнего на 1 000 V, то в этом случае должны считаться—обмотка на 1 000 V—обмоткой высшего напряжения, а обмотка на 3 000 V—обмоткой низшего напряжения.

6. Трансформатором с ответвлением называется такой трансформатор, обмотки которого имеют специальные зажимы для изменения соотношения между числами витков первичной и вторичной обмоток в требуемом отношении. Зажимы ответвлений, соответствующие нормальному включению трансформаторов, помечаются особо.

7. Номинальные мощности напряжения, токи, частота и режим работы суть те, которые указаны на щитке трансформатора.

8. Номинальная мощность трансформатора есть мощность на зажимах вторичной обмотки, выраженная в киловольтамперах (k VA) или вольтамперах (VA).

9. За коэффициент трансформации трансформатора, если не имеется оговорок в ином смысле, принимается отношение числа витков в обмотке высшего напряжения к числу витков в обмотке низшего напряжения, или короче «отношение чисел витков».

10. Коэффициент трансформации напряжения есть отношение действующего напряжения на зажимах первичной обмотки к действующему напряжению на зажимах вторичной обмотки при номинальной нагрузке.

11. Коэффициент трансформации тока есть отношение действующей силы первичного тока к действующей силе вторичного тока при номинальной нагрузке.

12. Номинальное вторичное напряжение трансформаторов есть напряжение, указанное на щитке трансформаторов и устанавливающееся на зажимах вторичной цепи его при номинальном режиме.

13. Номинальная мощность трансформаторов определяется на зажимах вторичной цепи и выражается в вольт-амперах (VA) или кило-вольт-амперах (kVA).

14. Номинальная сила тока трансформатора— есть сила тока трансформатора, указанная на щитке последнего и определяемая на основании номинальных значений кажущейся мощности и напряжения.

15. Номинальное первичное напряжение трансформатора равно нормальному вторичному напряжению, помноженному на коэффициенг трансформации напряжения.

## IV. Классификация аппаратов трансформаторного типа.

### § 4.

### А. Классификация по конструкции.

1. Трансформатором называется аппарат с отдельными, электрически не соединенными, первичной и вторичной системами обмоток.

2. Автотрансформатором называется аппарат, в котором часть обмотки принадлежит одновременно первичной и вторичной системам.

3. Потенциал-регулятором (трансформатором—регулятором напряжения) называется аппарат, служащий для изменения напряжения в цепи переменного тока. Одна система обмоток этого аппарата включается параллельно с данной регулируемой цепью, другая система обмоток последовательно с ней.

Такие трансформаторы бывают:

а) индукционные—с изменением взаимного расположения обмоток;

б) контактные—с изменением числа витков одной из систем.

4. Реактивными катушками называются индуктивные аппараты с одной системой обмоток, служащие для защиты или регулирования электрических цепей.

### Б. Классификация по способу охлаждения.

Аппараты трансформаторного типа, перечисленные в пункте А настоящего параграфа, бывают:

1. Сухие с естественным воздушным охлаждением.
2. Сухие с искусственным воздушным охлаждением.
3. Масляные с естественным охлаждением.
4. Масляные с искусственным воздушным охлаждением масляного бака.
5. Масляные с внутренним водяным охлаждением масла.
6. Масляные с искусственной циркуляцией масла и охлаждением его в особых охладителях. Эти охладители могут быть:
   а) с естественным воздушным охлаждением,
   б) с искусственным воздушным охлаждением,
   в) с водяным охлаждением.

## V Режимы работы трансформатора, предельные нормы нагрева и испытание на нагревание.

§ 5.

1. Различаются следующие режимы работы трансформаторов: а) продолжительная нагрузка; б) кратковременная нагрузка; в) повторно-кратковременная нагрузка.

2. Продолжительной нагрузкой считается такая, период которой настолько велик, что нагрев трансформатора достигает своего установившегося состояния.

3. Кратковременной нагрузкой считается такая, при которой нагрев трансформатора за время работы не успевает достичь установившегося состояния.

Перерыв в работе трансформатора, предназначенного для кратковременной нагрузки, должен быть достаточно велик для того, чтобы, по возобновлении работы, температура трансформатора не отличалась или а) от температуры охлаждающей среды, если трансформатор во время перерыва в работе совершенно отключается от сети, или б) от установившейся температуры холостого хода, если трансформатор во время перерыва в работе не выключается из сети.

Мощность трансформаторов, предназначенных для кратковременной работы должна указываться на щитке трансформатора с дополнительной надписью: «в течение . . . . часов».

4. Повторно-кратковременной нагрузкой называется такая, в которой рабочие периоды регулярно чередуются с периодами выключения или работы в холостую, при чем за время выключения или работы в холостую температура трансформатора не успевает понизиться до температуры охлаждающей среды (в случае выключения) или до установившейся температуры холостого хода (в случае работы в холостую). Продолжительность рабочего периода не должна превышать 5 минут. Отношение рабочего периода к периоду полного цикла не должно превосходить 50%.

Мощность трансформаторов, предназначенных для повторно-кратковременной работы, должна указываться на щитке трансформатора с дополнительной надписью: «при повторно-кратковременной работе».

Примечание. При заказе трансформатора должно быть оговорено, должен ли трансформатор во время перерывов совсем выключаться или работать в холостую.

§ 6.

1. При продолжительной нагрузке трансформатор должен работать в условиях, указанных на щитке, любое время, при чем повышение температуры частей трансформатора не должно превосходить устанавливаемых в § 13 пределов.

2. При кратковременной нагрузке трансформатор должен работать в условиях, указанных на щитке, в течение проставленного на щитке времени, при чем повышение температуры частей трансформатора не должно превосходить устанавливаемых в § 13 пределов.

3. При повторно-кратковременной нагрузке трансформатор должен работать в условиях, указанных на щитке, с соблюдением заданных промежутков любое время, при чем повышение температуры частей трансформатора не должно превосходить устанавливаемых в § 13 пределов.

§ 7.

Классификация изолирующих материалов.

Во все изолирующие материалы, применяемые в трансформаторах, разделяются на следующие четыре класса:

Класс О.—Непропитанные и непогруженные в масло волокнистые материалы, как-то: хлопчатобумажная пряжа и ткань, натуральный шелк, бумага и тому подобные органические вещества.

Класса А.—Пропитанные или погруженные в масло волокнистые материалы, как-то: хлопчатобумажная пряжа и ткань, натуральный шелк, бумага и тому подобные органические вещества, также эмаль и лаки, служащие для покрытия проводников.

Класс В.—Препараты из слюды, асбеста и тому подобных материалов минерального происхождения со связующими веществами.

Если совместно с изоляционным материалом В с целью крепления применяется в небольшом количестве изоляционный материал класс А, то подобная комбинированная изоляция может быть отне-

сена к классу В в том случае, если электрические и механические свойства обмотки с этой изоляцией не ухудшаются из-за действия более высокой температуры, допускаемой для материалов класса В. (Здесь под словом «ухудшение» следует понимать, что не будет иметь места никаких изменений, которые могут сделать изоляцию непригодной для длительной работы).

Класс С.—Чистая слюда без связующих материалов, фарфор, стекло, кварц и другие подобные материалы.

Примечание. Пропитанная хлопчатая бумага, бумага или шелк. Изоляция считается «пропитанной», если пропитывающее вещество вытесняет собой воздух между отдельными волокнами, при чем это вещество не должно обязательно заполнять собой промежутков между изолированными проводниками. Пропитывающее вещество должно обладать хорошими изолирующими свойствами, должно в оовершенстве обволакивать волокна, способствовать плотному взаимному сцеплению их волокон как между собой, так и с телом проводника; это вещество не должно образовывать пустых пространств внутри изоляции проводника как следствие своего испарения, так и по каким либо другим причинам. Оно не должно разжижаться под влиянием допустимых предельных температур. Наконец, оно должно быть теплостойким.

Изоляция, составленная из материалов, принадлежащих к различным классам. Если применяется комбинированная изоляция из материалов, принадлежащих к различным классам, за исключением случаев, указанных в разделе о классе В, повышение температуры каждого из применяемых материалов не должно превосходить предельного значения, допускаемого для данного материала.

## § 8.

Измерение температуры трансформатора и окружающей среды производится:

а) по методу термометра и

б) по методу сопротивления.

Для измерения температуры поверхности и окружающей среды по методу термометра применяются ртутные, спиртовые и другие термометры.

Спиртовой термометр рекомендуется принять во всех тех случаях, где возможно появление в ртути токов Фуко.

Метод термометра применяется для измерения температуры охлаждающей среды, железного сердечника и масла, метод же сопротивления—для определения температуры обмоток.

Температура обмоток весьма малого сопротивления может измеряться методом термометра.

§ 9.

Наивысшая температура охлаждающей среды устанавливается в 35° С для воздуха и в 25° С для воды.

Примечание 1. Действительные температуры охлаждающей среды могут быть при испытании меньше, чем наивысшая, так как опыт показывает, что это обстоятельство не влияет заметным образом на величину повышения температуры, вследствие чего нет необходимости в корректировании результатов испытания. Желательно, однако, чтобы температура охлаждающей среды при испытании была не ниже 10° С.

Примечание 2. Испытание трансформатора с водяным охлаждением должно производиться при пропуске количества воды, указанного на щитке, независимо от температуры.

§ 10.

Повышение температуры данной части трансформатора, предназначенного для продолжительной и повторно-кратковременной нагрузки, определяется, как разность температур между наибольшей наблюдаемой температурой данной части и температурой охлаждающей среды; в трансформаторах, предназначенных для кратковременной нагрузки, повышение температуры определяется, как разность между температурами данной части в начале и конце испытания.

§ 11.

Наибольшие наблюдаемые температуры и наибольшие повышения температуры частей трансформатора не должны превосходить значений, указанных в нижеследующей таблице.

## ТАБЛИЦА НОРМ

**наибольших наблюдаемых температур и наибольших повышений температуры частей трансформаторов для работы в местностях, где температура охлаждающей среды не превосходит 35° С для воздуха и 25° С для воды.**

| №№ по пор. | Класс изолирующего материала или название части трансформатора. | Наибольшая наблюдаемая температура в градусах Цельсия. | Наибольшее повышение температуры в градусах Цельсия. | Метод измерения. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Класс О | 80° | 45° | По методу увеличения сопротивления. |
| 2 | Класс А | 95° | 60° | |
| 3 | Класс В | 115° | 80° | |
| 4 | Класс С | Ограничены таким нагревом, при котором температура соседних изолированных частей не превосходит допускаемого для них предела. | | |
| 5 | Постоянно замкнутые накоротко обмотки | | | |
| | а) изолированные; | Как в пунктах 1, 2, 3. | | |
| | б) неизолированные. | Как и в пункте 4 | | |
| 6 | Железный сердечник | | | По методу термометра. |
| | а) соприкасающийся с обмотками; | Как и в пунктах 1, 2, 3. | | |
| | б) не соприкасающийся с обмотками и не погруженный в масло. | 110° | 75° | |
| | в) погруженный в масло. | 95° | 60° | |
| 7 | Масло. | 90° | 55° | |

### Примечания к таблице:

1. Наибольшие повышения температуры в одинаковой мере относятся ко всем новым трансформаторам, независимо от рода охлаждения.

2. В масляных трансформаторах с водяным охлаждением, только что построенных, наблюдаемые температуры должны быть на 10° С ниже тех наибольших наблюдаемых, которые приведены в таблице,

так как во время работы условия охлаждения трансформатора водою неизбежно ухудшаются, и температура нагрева растет.

§ 12.

Испытание на нагревание производится во всех случаях при условиях, указанных на щитке, с соблюдением следующих правил:

1. При продолжительной нагрузке испытание на нагревание может быть начато как с холодного, так и нагретого состояния трансформатора и продолжается до тех пор, пока не прекратится дальнейшее повышение температуры.

Примечание.—Температура считается установившейся если повышение ее за один час не превосходит 1° С.

2. При кратковременной нагрузке, если трансформатор не выключается из сети на время, когда он не работает, испытание на нагревание начинается при установившейся температуре, соответствующей холостому ходу, и прекращается по прошествии промежутка времени, указанного на щитке.

Если трансформатор, предназначенный для кратковременной нагрузки, выключается из сети на время, когда он не работает, то испытание на нагревание начинается в холодном состоянии, когда температура обмотки превышает температуру охлаждающей среды не больше, чем на 3° С, и прекращается по прошествии промежутка времени, указанного на щитке.

3. При повторно-кратковременной нагрузке испытание на нагревание может начинаться с трансформатором как в холодном, так и в нагретом состоянии. Испытание производится с соблюдением заданных промежутков времени до тех пор, пока не прекратится дальнейшее повышение температуры.

Время одного полного периода, состоящего из времени работы и времени, когда трансформатор не работает, должно быть равно 10 минутам.

§ 13.

**Измерение температуры охлаждающей среды.**

За температуру охлаждающей среды принимают:

1. В сухих и масляных трансформаторах с естественным охлаждением, среднюю арифметическую из температур окружающего

воздуха, измеренных через равные промежутки в течение последней четверти времени испытания.

Измерение температуры окружающего воздуха производится при помощи двух или нескольких термометров, которые располагаются на расстоянии от трансформатора в 1-2 m, приблизительно на уровне средней его высоты. Термометры должны быть защищены от потоков нагретого и холодного воздуха и от теплового изучения трансформатора.

Примечание.—Во избежание ошибок, могущих получиться из-за резких колебаний температуры охлаждающей среды, при испытании масляных трансформаторов большой мощности температуру охлаждающей среды надлежит измерять по термометру, помещенному в металлическом сосуде с маслом. Размеры сосуда должны быть таковы, чтобы они предохраняли термометр от влияния резкого колебания температуры окружающей среды (не менее 25 mm в диаметре и 50 mm по высоте).

2. В трансформаторах с искусственным воздушным охлаждением за температуру охлаждающей среды принимают среднюю арифметическую температуру подводимого воздуха, измеренную термометром у входа воздуха в трансформатор через равные промежутки в течение последней четверти времени испытания.

Примечание.—Относительно измерения температуры охлаждающей среды при испытании мощных трансформаторов см. прим. к пункту 1 настоящего параграфа.

3. В трансформаторах с водяным охлаждением за температуру охлаждающей среды принимают среднюю арифметическую из температур подводимой воды, измеренных термометром у входа воды в трансформатор через равные промежутки в течение последней четверти времени испытания.

Если, однако, существует заметная разница между температурой охлаждающей воды и окружающего воздуха, то за температуру охлаждающей среды принимают некоторую условную температуру, которая определяется следующим образом: измеряют сопротивление обмотки испытуемого трансформатора перед началом испытания при температуре окружающего воздуха; затем, не включая трансформатор на сеть, ставят его в нормальные условия охлаждения водой

и по изменению сопротивления судят об изменении температуры обмотки. Установившаяся при этом температура обмотки принимается за температуру охлаждающей среды.

Примечание.—За температуру охлаждающей среды можно принимать температуру воды лишь в том случае, когда разность температур охлаждающей воды и окружающего воздуха не превышает 5° С.

§ 14.

При измерении температуры по методу термометра последний приводится в возможно тесное соприкосновение с данной частью трансформатора в той его точке, которая предполагается наиболее нагретой. При этом шарик термометра должен быть изолирован от окружающей среды каким нибудь дурно проводящим тепло материалом, например, войлоком или ватой.

Температура масла измеряется в верхних, т. е. наиболее нагретых, слоях его.

Примечание.—Измерение температуры масла и наружных нагретых поверхностей можно производить при помощи катушек сопротивления или термоэлементов, но в сомнительных случаях результаты измерения проверяются по термометру, показания которого принимаются за окончательные.

§ 15.

В трансформаторах для продолжительной и повторно-кратковременной работы повышение температуры обмоток $\Delta T$ по методу сопротивления определяется по формуле

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{R_{гор.} - R_{хол.}}{R_{хол.}} \cdot \frac{1}{\alpha} - (T_{охл.\ ср.} - T_{хол.})$$

В трансформаторах для кратковременной работы повышение температуры обмоток по методу увеличения сопротивления определяется по формуле

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{R_{гор.} - R_{хол.}}{R_{хол.}} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

В этих формулах:

$T_2$ — температура обмотки трансформатора в нагретом состоянии в конце испытания трансформатора на нагрев,

$T_1$ — температура обмотки трансформатора в холодном состоянии, т. е. перед испытанием трансформатора на нагрев.

$T_{охл.\ ср.}$ — наблюдаемая температура охлаждающей среды, измеряемая согласно § 13.

$T_{гор.}$ — сопротивление обмотки трансформатора в нагретом состоянии при температуре $T_2$.

$R_{хол.}$ — сопротивление обмотки трансформатора в холодном состоянии при температуре $T_1$.

$\alpha$ — температурный коэффициент сопротивления меди, вычисляемый по формуле

$$\alpha = \frac{1}{234{,}5 + T_{хол.}}$$

| Температура обмотки в градусах Цельсия, при которой измерено начальное сопротивление обмотки $T_{хол.}$ | Величина коэффициента $\alpha$, которая должна быть подставлена в формулу для $\Delta T$. |
|---|---|
| 0 | 0,00427 |
| 5 | 418 |
| 10 | 409 |
| 15 | 401 |
| 20 | 393 |
| 25 | 385 |
| 30 | 378 |
| 35 | 371 |
| 40 | 364 |

## § 16.

1. Измерение температуры производится немедленно вслед за выключением трансформатора, причем одновременно с этим следует останавливать приток охлаждающего воздуха или воды.

Примечание. Если возможно, то измерение температуры производится без выключения трансформатора из сети.

2. В том случае, когда между моментом выключения и моментом измерения температуры трансформатора проходит промежуток времени, достаточный для того, чтобы температура трансформатора могла несколько понизиться, следует определять температуру частей трансформатора в момент выключения.

Примечание. В тех случаях, когда непосредственное измерение этой температуры невозможно, определение ее должно быть сделано следующим приближенным способом.

После выключения трансформатора отмечают температуры его частей, в зависимости от времени, строят кривую температуры в функции от времени и экстраполируют ее на момент выключения.

3. Если после выключения трансформатора из сети показания термометра возрастут, то за измеренную температуру считается наибольшая.

## § 17.

Чтобы избежать потери времени и энергии, испытание трансформатора на нагревание можно закончить после того, как температура достигнет 85—90% от предполагаемой конечной темпе-

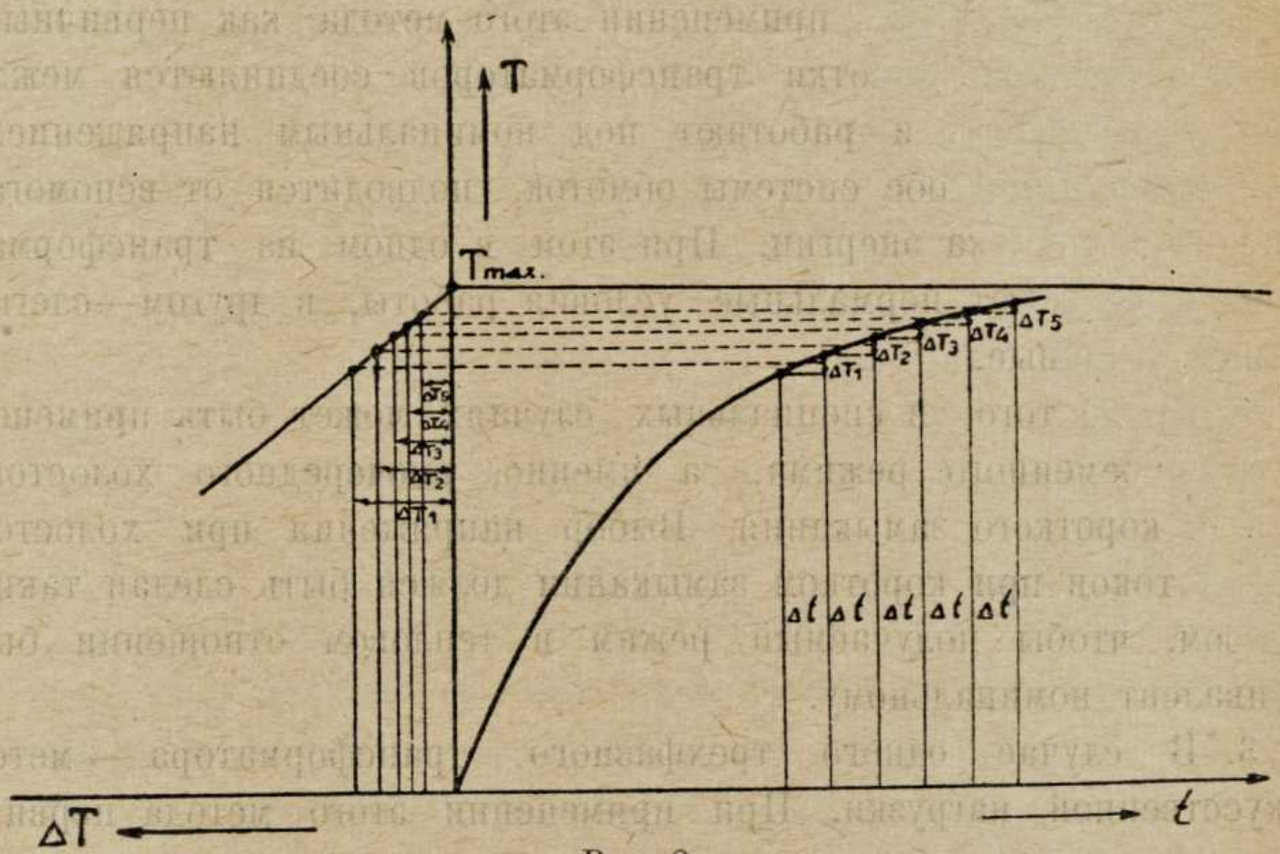



Рис. 2.

ратуры. Конечная температура может быть определена графическим построением. С этой целью измеряется приращение температуры (Δ T) через разные промежутки времени (Δ t) порядка 10—15 минут и строится график зависимости приращения температуры (Δ T) за каждый промежуток в функции от температуры T в конце этого промежутка. Приращение температуры Δ T откладывается по оси абсцисс, а средняя температура T по оси ординат (рис. 2).

Примечание. Линия, выражающая эту зависимость, представляет прямую, которая в пересечении с осью ординат дает конечную температуру трансформатора.

§ 18.

Так как при испытании трансформаторов на нагревание метод непосредсвенной их нагрузки на подходящие приемники электрической энергии может иметь ограниченное применение, в особенности в случае мощных трансформаторов, то испытание трансформаторов на нагревание может производиться методами искусственной нагрузки.

Примечание. Для искусственной нагрузки трансформатора наиболее пригодны следующие методы.

1. В случае двух одинаковых трансформаторов—метод возвратной работы. При применении этого метода как первичные, так и вторичные обмотки трансформаторов соединяются между собой параллельно и работают под номинальным напряжением. Ток, обтекающий обе системы обмоток, подводится от вспомогательного источника энергии. При этом в одном из трансформаторов существуют нормальные условия работы, в другом—слегка от них отличные.

2. Кроме того, в специальных случаях может быть применен метод переменного режима, а именно, поочередного холостого хода и короткого замыкания. Выбор напряжения при холостом ходе и токов при коротком замыкании должен быть сделан таким образом, чтобы получаемый режим в тепловом отношении был эквивалент номинальному.

3. В случае одного трехфазного трансформатора — метод искусственной нагрузки. При применении этого метода первичная и вторичная обмотки соединяются треугольником и одна из них включается на номинальное напряжение. Треугольник второй обмотки (не приключенной к сети) размыкается и в разомкнутый контур его вводится добавочная э. д. сила номинальной частоты от вспомогательного источника переменного тока, обеспечивающая протекание по обеим системам номинального тока.

4. В случае трех однофазных трансформаторов, составляющих одну трехфазную систему—метод искусственной нагрузки, описанный в предыдущем пункте.

§ 19.

## VI. Испытания электрической прочности изоляции трансформаторов.

1. Испытания электрической прочности изоляции производятся только с новыми, окончательно собранными, трансформаторами на месте их изготовления. Испытания на месте установки оговариваются особо техническими условиями заказа.

2. Испытание электрической прочности изоляции должны производиться с трансформатором в нагретом состоянии; при невозможности производить испытание в нагретом состоянии оно может быть произведено в холодном состоянии трансформатора.

3. Испытания электрической прочности изоляции трансформатора в нагретом состоянии производятся при температуре, соответствующей номинальному режиму работы трансформатора и при стандартном испытательном напряжении (см. § 20).

4. Испытания электрической прочности изоляции сухих трансформаторов в холодном состоянии производятся при напряжении на 15% выше стандартного испытательного.

5. Испытанию электрической прочности изоляции подвергается каждая обмотка как по отношению к другим обмоткам, не соединенным с нею при работе электрически, так и по отношению к заземленным металлическим частям трансфоматора.

Примечание. Многофазные обмотки, соединенные между собой электрически, считаются за одну обмотку.

6. При испытании, один полюс источника тока присоединяется к испытуемой обмотке, а другой—к остальным обмоткам, электрически соединенным между собой, а также с сердечником и заземленным корпусом.

7. Если обмотка трансформатора нормально соединена с сердечником и заземленным корпусом, то при испытании прочности ее изоляции это соединение должно быть прервано.

8. Частота испытательного напряжения должна быть равна или номинальной частоте трансформатора или 50 периодам в секунду.

9. Форма кривой испытательного напряжения должна быть практически синусоидальной (см. § 2, п. 3) настоящих норм.

10. Испытательное напряжение постепенно повышается до тех пор, пока оно не достигнет стандартного, и после этого поддерживается постоянным в течение 1 минуты.

11. Измерение сопротивления изоляции трансформаторов не считается обязательным.

12. При производстве испытаний изоляции трансформаторов должны быть приняты меры предосторожности, указанные в § 530 Норм для электрических машин и приборов, выработанных Американским Институтом Инженер-Электриков (см. Технич. Условия на фарфоровые изоляторы для высоких напряжений, приложение II).

13. Результаты испытания изоляции повышенным напряжением считаются удовлетворительными, если во время испытания не происходит ни пробивания, ни перекрытий скользящих разрядов и если путем наблюдения за потреблением тока будет установлено, что испытательное напряжение не повредило изоляции.

Явление короны во время испытания не должно рассматриваться, как несоответствие диэлектрической прочности нормам.

## § 20.

### Стандартное испытательное напряжение трансформаторов.

| | |
|---|---|
| I. Трансформаторы, кроме переименованных в п.п. II, III и IV. | Двойное номинальное напряжение плюс 1 000 V. |
| II. Распределительные трансформаторы с первичным напряжением выше 550 V, вторичные обмотки которых непосредственно присоединены к распределительным сетям (т.-е. вторичные напряжения меньше 550 V). | Первичные обмотки: двойное номинальное напряжение плюс 1 000 V, но не менее 10 000 V (по соображениям безопасности для жизни).<br>Вторичные обмотки: двойное номинальное напряжение плюс 1 000 V. |
| III. Пусковые автотрансформаторы и реактивные катушки. | Двойное номинальное напряжение машины или аппарата, обслуживаемых автотрансформатором или катушкой плюс 1 000 V. |

Примечание. Для трансформаторов тока включаемых в цепь последовательно или добавочных трансформаторов, испытательное напряжение определяется по номинальному напряжению цепи, в которую включается обмотка.

§ 21.

**Испытание изоляторов, предназначенных для трансформаторов.**

1. Вводные, выводные и опорные изоляторы трансформаторов до 3 kV должны выдерживать испытательные напряжения, равные восьмикратному номинальному напряжению плюс 2 000 V; изоляторы трансформаторов на 3 kV и выше испытываются согласно техническим условиям на фарфоровые изоляторы для высоких напряжений.

2. Испытания изоляторов производятся до постановки их на трансформаторы.

При приемке трансформаторов должны быть предъявлены протоколы заводских испытаний поставленных изоляторов. По желанию приемщика должно быть произведено контрольное испытание над однотипными изоляторами.

§ 22.

**Способы измерения испытательного напряжения.**

Испытательное напряжение может измеряться:

А. По способу вольтметра и

Б. По способу искрового разрядника.

В последнем случае искровые разрядники могут быть:

а) игольчатые,

б) шаровые.

§ 23.

**Измерения испытательного напряжения по способу вольтметра.**

1. Если испытательное напряжение измеряется при помощи вольтметра, то последний включается на стороне высокого напряжения испытательного трансформатора или непосредственно или через трансформатор напряжения.

2. Измерение испытательного напряжения посредством умножения показаний вольтметра, включенного на стороне низкого на-

пряжения испытательного трансформатора, на коэффициент трансформации последнего, возможно только в том случае, если зарядный ток испытуемого трансформатора не изменяет заметным образом коэффициента трансформации испытательного трансформатора или если вольтметр в каждом отдельном случае специально проградуирован по разряднику.

3. В тех случаях, когда емкость испытуемого трансформатора может вызвать заметные изменения формы кривой испытательного напряжения, последнее измеряется при помощи амплитудного (максимального) вольтметра; если этот вольтметр градуирован на вольты, соответствующие амплитуде кривой напряжения, то его показания приводятся к действующему значению соответствующей синусоиды делением на $\sqrt{2}$.

## § 24.

## Изменение испытательного напряжения посредством разрядника.

Испытание производится согласно §§ 530, 531, 532, 533, 534, 535, 538, 539 A, 540, 541. Норм электрических машин и приборов, выработанных Американским Институтом Инженер-Электриков (см. Технические условия на фарфоровые изоляторы для высоких напряжений, приложение II).

## § 25.

## Испытание изоляции витков.

1. Испытание изоляции витков производится при напряжении, повышенном относительно номинального на 30%. Повышение напряжения может быть получено соответствующим увеличением частоты. Продолжительность испытания равна 5 минутам.

Примечание: Этому испытанию не подлежат реактивные катушки.

2. Означенное в п. 1 испытание производится после испытания изоляции повышенным напряжением.

3. Для контроля результатов испытания изоляции перед испытанием изоляции повышенным напряжением и после испытания изоляции витков должно быть произведено измерение сопротивления обмоток.

## VII. Перегрузка трансформаторов.

§ 26.

Трансформаторы, предназначенные для продолжительной работы, должны выдерживать в нагретом состоянии кратковременные перегрузки, соответствующие 100% номинального тока, в течение 1 минуты без повреждения и остаточных деформаций.

## VIII. Коэффициент полезного действия трансформаторов.

§ 27.

1. Коэффициентом полезного действия трансформатора называется отношение мощности на зажимах вторичной обмотки к мощности на зажимах первичной обмотки.

2. При отсутствии в технических условиях специальных оговорок, к. п. д. трансформатора всегда относится к его номинальной мощности и коэффициенту мощности, равному единице.

3. Коэффициент полезного действия трансформатора для всех нагрузок приводится к условной температуре в 75° С.

4. Приложенное напряжение предполагается симметричным и синосуидальным по форме.

5. Коэффицент полезного действия трансформатора определяется только косвенным способом, т.-е. при помощи измерения его потерь.

Примечание: Определение к. п. д. трансформатора прямым методом по способу непосредственного измерения получаемой и отдаваемой мощности нецелесообразно.

§ 28.

1. Потери в трансформаторе классифицируются следующим образом:

А. потери холостого хода и

Б. потери нагрузочные.

2. Потери холостого хода состоят из:

А. потерь в железе сердечника;

Б. джоулевых потерь в первичной обмотке, обусловленных током холостого хода и

В. диэлектрических потерь в изоляции.

3. Потери нагрузочные состоят из:

А. джоулевых потерь в обмотках и

Б. добавочных потерь в меди и в железе.

4. Потери холостого хода должны измеряться при разомкнутой вторичной обмотке, при номинальной частоте и при первичном напряжении, дающем номинальное вторичное напряжение плюс падение напряжения во вторичной обмотке при условиях номинального режима.

Примечание: Измерение потерь холостого хода производится обычно со стороны низшего напряжения.

5. Потери нагрузочные измеряются при замкнутой накоротко вторичной обмотке, номинальной частоте и при таком напряжении, приложенном к зажимам первичной обмотки, при котором во вторичной обмотке устанавливается ее номинальный ток.

## IX. Изменение напряжения трансформаторов.

### § 29.

1. Изменением напряжения трансформатора $\Delta V$ при заданном коэффициенте мощности называется повышение вторичного напряжения при переходе от номинального режима работы к холостому ходу, при условии, что первичное напряжение и частота при этом не изменяются.

2. Изменение напряжения трансформатора определяется в процентном отношении к номинальному вторичному напряжению.

3. При отсутствии в технических условиях специальных оговорок, предполагается, что изменение напряжения относится к коэффициенту мощности вторичной цепи ($\cos \varphi_2$), равному единице.

4. Изменение напряжения трансформатора приводится к условной температуре в 75°С.

5. Приложенное напряжение предполагается симметричным и синусоидальным по форме.

### § 30.

1. Изменение напряжения трансформатора может определяться двумя способами:

А. Непосредственным измерением.

Б. Опытом короткого замыкания.

2. Для определения изменения напряжения по способу непосредственного измерения, трансформатор должен быть нагружен до номинальной мощности при обусловленном коэффициенте мощности, и при этом должно быть измерено напряжение на зажимах вторичной обмотки.

3. Для определения изменения напряжения по опыту короткого замыкания, напряжение, прилагаемое к зажимам первичной обмотки, должно иметь такую величину, при которой во вторичной обмотке устанавливается номинальная сила тока. Это напряжение называется напряжением короткого замыкания. Измеренное значение напряжения короткого замыкания приводится к температуре в 75°C и определяется в процентном отношении от номинального первичного напряжения. Опыт короткого замыкания трансформатора производят с соблюдением условий пункта 5 § 29.

4. Изменение напряжения трансформатора по опыту короткого замыкания определяется для заданной нагрузки и коэффициента мощности по следующей формуле:

$$\Delta V^0/_0 = \frac{I_1 r_k}{V_1} \cdot 100 \cdot \cos\varphi_2 + \frac{I_1 x_k}{V_1} \cdot 100 \cdot \sin\varphi_2 + \frac{\left(\frac{I_1 x_k}{V_1} \cdot 100 \cdot \cos\varphi_2 - \frac{I_1 r_k}{V_1} \cdot 100 \cdot \sin\varphi_2\right)^2}{200}.$$

В приведенной формуле:

$I_1 r_k$ — активная (ваттная) составляющая напряжения короткого замыкания на фазу.

$I_1 x_k$ — реактивная (безваттная) составляющая напряжения короткого замыкания на фазу.

$I_1$ — номинальный фазный первичный ток.

$V_1$ — номинальное фазное первичное напряжение.

## X. Обозначение зажимов трансформаторов.

### § 31.

1. Выводы всех трансформаторов обозначаются согласно указанному ниже.

2. Выводы на стороне высокого напряжения однофазного трансформатора без ответвлений обозначаются римскими цифрами I и II, а соответствующие им выводы на стороне низкого напря-

жения обозначаются арабскими цифрами 1 и 2. Обмотки должны наматываться по направлению часовой стрелки от I к II и от 1 к 2.

3. Если однофазный трансформатор имеет ответвления, то:

а) на стороне высокого напряжения они обозначаются римскими цифрами вывода соответствующей фазы, с добавлением прописных начальных букв русского алфавита Iа, Iб, Iв или IIа, IIб, IIв.

б) на стороне низкого напряжения они обозначаются арабскими цифрами вывода соответствующей фазы, с добавлением прописных начальных букв русского алфавита 1а, 1б, 1в или 2а, 2б, 2в.

4. Выводы на стороне высокого напряжения трехфазного трансформатора без ответвлений обозначаются римскими цифрами I, II и III, а соответствующие им выводы на стороне низкого напряжения обозначаются арабскими цифрами 1, 2 и 3.

5. Концы каждой фазной обмотки трехфазного трансформатора должны иметь особые обозначения: букву Н—для начала обмотки и букву К—для конца обмотки. Обмотки должны наматываться по направлению часовой стрелки от начала Н к концу К. Начала обмоток всегда присоединяются к соответствующим выводам трансформатора, т. е. к выводу 1 должно быть присоединено начало обмотки высокого напряжения первой фазы, к выводу 2 должно быть присоединено начало обмотки низкого напряжения второй фазы и т. д.

6. Нулевой провод всегда обозначается буквой 0.

7. Расположение выводов трехфазных трансформаторов с тремя выводами на высоком напряжении и четырьмя выводами на низком напряжении должно выполняться всегда по следующей схеме (рис. 3).

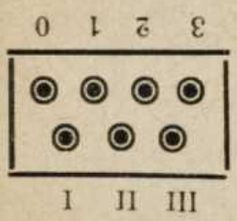


Рис. 3.

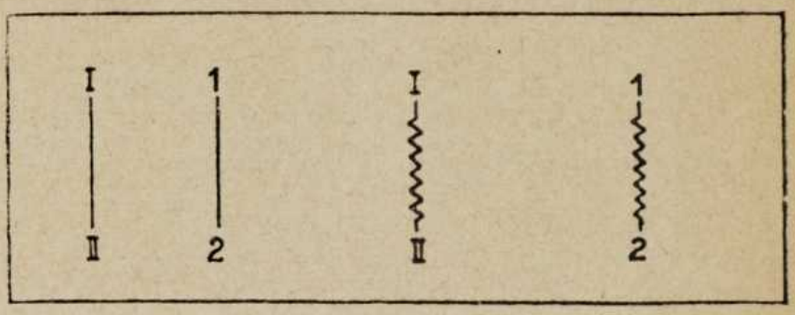
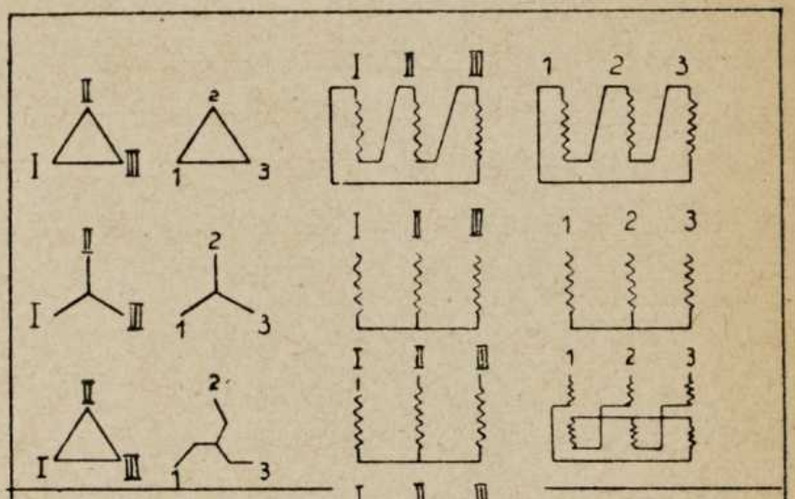
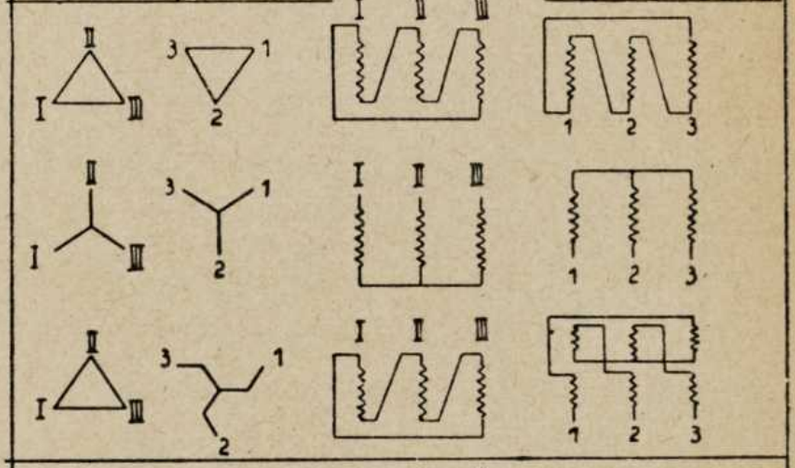
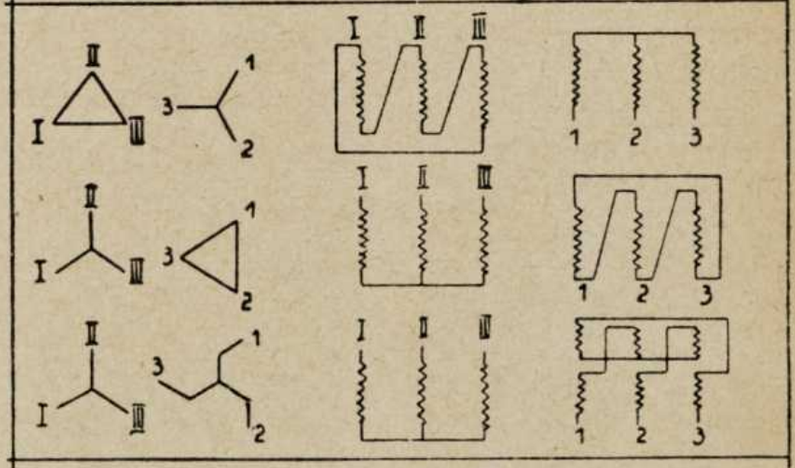
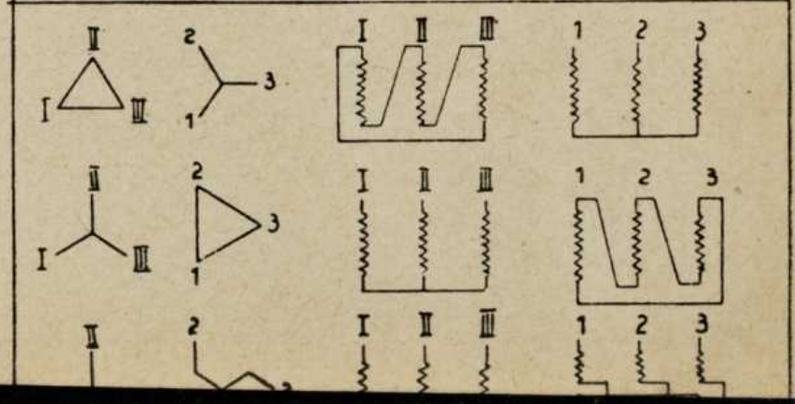
8. Общеупотребительные способы соединения обмоток трехфазных трансформаторов делятся на следующие четыре группы.

9. Если трехфазный трансформатор имеет ответвления, то:

а) на стороне высокого напряжения они обозначаются — для первой фазы Iа, Iб, Iв, для второй фазы IIа, IIб, IIв и для третьей фазы—IIIа, IIIб, IIIв.

б) на стороне низкого напряжения они обозначаются для первой фазы—1а, 1б, 1в, для второй фазы—2а, 2б, 2в и для третьей фазы—3а, 3б, 3в.

# ТАБЛИЦА ГРУППОВЫХ ... ТРАНСФОРМАТОРОВ.

| Обозначения групп соединений | | Угловое смещение | Диаграммы векторов | | Схемы соединений | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Высшее напряжение | Нисшее напряжение | Высшее напряжение | Нисшее напряжение |
| | | | **Однофазные трансформаторы.** | | | |
| Гр. | Гр. | 0.° |  | | | |
| | | 180.° | | | | |
| | | | **Трехфазные трансформаторы.** | | | |
| Гр.$_1$ | Гр.$_{11}$ | 0.° |  | | | |
| | нормальная Гр.$_{12}$ | | | | | |
| | Гр.$_{13}$ | | | | | |
| Гр.$_2$ | нормальная Гр.$_{21}$ | 180.° |  | | | |
| | Гр.$_{22}$ | | | | | |
| | Гр.$_{23}$ | | | | | |
| Гр.$_3$ | Гр.$_{31}$ | 150°. |  | | | |
| | Гр.$_{32}$ | | | | | |
| | нормальная Гр.$_{33}$ | | | | | |
| Гр.$_4$ | Гр.$_{41}$ | 300°. |  | | | |
| | Гр.$_{43}$ | | | | | |

Примечание. Нормальный порядок следования фаз должен быть такой. Напряжение второй фазы отстает от напряжения первой фазы на 120°, а напряжение третьей фазы отстает от напряжения второй фазы на 120°.

## XI. Условия параллельного включения трансформаторов.

§ 32.

1. Трансформаторы, предназначенные для параллельной работы, должны иметь одинаковые первичные и вторичные номинальные напряжения и одинаковые напряжения короткого замыкания.

Примечание 1. Напряжения короткого замыкания считаются одинаковыми, если они отличаются от их среднего значения не более чем на + 10%.

Примечание 2. Следует избегать включения на параллельную работу трансформаторов, мощности которых отличаются друг от друга больше, чем в отношении 3 : 1.

Примечание 3. Если для параллельной работы предназначены два трансформатора различной мощности и с различными напряжениями короткого замыкания, то следует стремиться к тому, чтобы меньший трансформатор имел большее напряжение короткого замыкания.

2. Если соблюдены правила обозначения выводов, приведенные в § 33, то для параллельного соединения однофазных трансформаторов необходимо соединить выводы, обозначенные одинаковыми цифрами; для параллельного же соединения трехфазных трансформаторов необходимо, кроме того, чтобы по способу соединения фазных обмоток они принадлежали к одинаковым группам.

## XII. Щиток трансформатора.

§ 33.

1. Каждый трансформатор должен иметь щиток с данными, проставленными на нем согласно пп. 2 и 3.

Щиток должен быть прикреплен на стороне низшего напряжения таким образом, чтобы данные на нем можно было читать во время работы трансформатора.

2. Щиток должен содержать следующие сведения:

а) наименование треста (фирмы) и завода;

б) заводский тип трансформатора и заводский номер и

в) технические данные согласно п. 3.

3. В зависимости от типа трансформатора, на щитке должны находиться следующие данные:

| №№ по порядку. | Трансформатор. | Автотрансформатор. | Трансформатор регулятор напряжения. | Реактивная катушка. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Номинальная мощность. | Номинальная мощность. | Номинальная мощность. | Номинальная мощность. |
| 2 | Частота. | Частота. | Частота. | Частота. |
| 3 | Число фаз. | Число фаз. | Число фаз. | Число фаз. |
| 4 | Номинальное первичное напряжение. | Номинальное первичное напряжение. | Номинальное первичное напряжение. | — |
| 5 | — | — | — | Напряжение сети. |
| 6 | Номинальное вторичное напряжение. | Номинальное вторичное напряжение. | Пределы регулирования напряжения. | — |
| 7 | Номинальный первичный ток. | Номинальный первичный ток. | Номинальный первичный ток. | Номинальная сила тока. |
| 8 | Номинальный вторичный ток. | Номинальный вторичный ток. | Номинальный вторичный ток. | — |
| 9 | Группа и способ соединения фазных обмоток. | Группа и способ соединения фазных обмоток. | Способ соединения фазных обмоток. | Способ соединения фазных обмоток. |
| 10 | Режим работы. | Режим работы. | Режим работы. | Режим работы. |
| 11 | Напряжение короткого замыкания. | Напряжение короткого замыкания. | Напряжение короткого замыкания. | Напряжение короткого замыкания. |
| 12 | Способ охлаждения. | Способ охлаждения. | Способ охлаждения. | Способ охлаждения. |

Примечание 1. Если трансформатор предназначается для работы при нескольких различных режимах работы, то соответствующие им данные мощности, напряжений, токов и т. д. должны быть проставлены на одном или нескольких отдельных щитках.

Примечание 2. Если трансформатор имеет два или три ответвления, то на щитке помечаются все напря-

жения; если же число ответвлений больше трех, то на щитке помечаются только номинальное напряжение и напряжения, соответствующие двум крайним ответвлениям.

Примечание 3. В трансформаторах с независимым воздушным охлаждением на щитках указываются:

а) необходимое количество воздуха при номинальном режиме в куб. метрах в минуту;

б) необходимое давление в миллиметрах водяного столба.

Примечание 4. В трансформаторах с водяным охлаждением на щитках указываются:

а) необходимое количество воды при номинальном режиме в литрах в минуту и

б) наибольшая допустимая температура вводимой в трансформатор воды, если таковая превышает 25° С.

Примечание 5. В трансформаторах с циркуляцией масла на щитке указывается количество циркулирующего масла в литрах в минуту в целях определения мощности насоса.

## XIII. Допуски.

### § 36.

Допуск есть наибольшее допустимое отклонение значений той или другой величины от ее значения, определяемого данными нормами или техническими условиями.

Допуски учитывают неизбежную неоднородность материалов, неточности производства и ошибки измерений.

| №№ по пор. | Величина. | Допуски в %. |
|---|---|---|
| 1. | Потери холостого хода . . . . . | ± 10% от устанавливаемой техническими условиями величины. |
| 2. | Напряжение короткого замыкания. | ± 10% |
| 3. | Коэффициент полезного действия. | 10% от потерь, определяемых техническими условиями. |
| 4. | Повышение температуры . . . . | Никакого сверх нормы. |

**Цена — 35 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центрального Издательства Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 39.036. Тираж 1.700 экз. 1¾ п.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Главэлектро и Центральнаго Электротехническаго Совета.*

## Нормы для установочных принадлежностей.

Вопрос о необходимости нормализации установочных изделий у нас, в России, был выдвинут впервые VI (Электротехническим) Отделом Русск. Техн. Общества в начале 1915 года. Образованная из членов Отдела специальная Комиссия собрала имевшиеся в употреблении всевозможные образцы установочных изделий, выбрала из них наиболее целесообразные по устройству и приступила к составлению альбома типовых изделий, рекомендуемых для производства на русских заводах. Один выпуск такого альбома был издан Комиссией, но намеченная работа этой Комиссии не была доведена до конца. Точно так же вопрос о выборе и нормализации образцов установочных изделий, возможных для изготовления у нас, не получил своего благоприятного разрешения и в Электротехническом Отделе Центрального Военно-Промышленного Комитета, куда вначале 1916 года поступили все материалы указанной выше Комиссии VI Отдела Р. Т. О. Затем наступает некоторый перерыв в работах по нормализации и только в конце 1922 года в Техническом Отделе Главэлектро вновь возбуждается этот вопрос. Комиссия Главэлектро ставит задачей упорядочение начавшегося в то время производства установочных изделий различными заводами и кустарными мастерскими по случайным и, в большинстве случаев, неудачным образцам заграничного происхождения, путем:

1) выбора из весьма разнообразного и разнотипного ассортимента установочных изделий, ограниченного числа изделий, безусловно необходимых в электрических устройствах и

2) нормализации наиболее простых и дешевых по своей конструкции образцов.

Результаты работы Комиссии при Техническом Отделе были представлены в Ленинградское Отделение Объединенного Комитета по электрическим правилам и нормам (ОКЭН) при ЦЭС. После внесения последним некоторых поправок означенная работа Комиссии была внесена на пленарное заседание ЦЭС'а, которым выбранные Комиссией образцы установочных изделий были утверждены и рекомендованы для фабрикации.

Однако, работа по нормализации приняла совершенно иное направление, когда внутри страны упрочилось производство установочных изделий в заводском масштабе. С целью упрощения и механизации производства и удешевления изделий оказалось необходимым не только ограничиться сокращением номенклатуры изделий и унифицированием типа изделий, но углубиться еще дальше и провести нормализацию всех составных частей и деталей изделий.

Указанная работа была проделана на заводе «Электрик». Прежде всего, завод разработал по программе, утвержденной Главэлектро, полный ассортимент установочных изделий стандартных типов, применительно к условиям русской жизни и отвечающих современным требованиям, а затем уже, во вторую очередь, им была выполнена работа по нормализации производственных процессов, по унификации составных элементов и по нормализации главных и ответственных размеров изделий.

Если первая часть работы потребовала значительного времени и труда, так как начало ее протекало в обстановке полной оторванности от Западной Европы, отсутствия специальной технической литературы, отсутствия каких либо сведений о достижениях, сделанных в данной области после 1914 года, то вторая часть оказалась более легкой, так как по затронутым вопросам уже можно было располагать всем тем печатным материалом по нормализации, который был издан Союзом Германских Электротехников.

Вся работа в части, касающейся стандартизации составных частей установочных изделий и нормализации основных и предельных размеров, т. е. составление нормальных таблиц, была проделана заводом и представлена на рассмотрение Л. О. ЦЭС'а и отчасти Комитета Эталонов и Стандартов Главной Палаты Мер и Весов.

В Л. О. ЦЭС'е все таблицы были подвергнуты подробному обсуждению и представлены затем через ОКЭН на рассмотрение XXII Сессии Пленума ЦЭС, 1927 года, которым и были одобрены для внесения на IX Всесоюзный Электротехнический Съезд.

При составлении этих норм были приняты во внимание нормы, установленные международными соглашениями и использован указанный выше богатый материал по электротехническим нормам Союза Германских Электротехников и других иностранных научно-технических организаций. При установлении русских норм были учтены потребности нашего массового потребителя, современное состояние оборудования наших заводов и материалы и полуфабрикаты, доступные при современных условиях.

«Нормы» обнимают собой минимум тех требований, которые предъявляются к установочным изделиям нашими Правилам безопасности и Нормами устройства и испытания установочных изделий.

Нижеследующие „Нормы для установочных изделий“, имеющие целью введение единообразия в производстве установочных изделий и общих приемов выделки составных частей их, устанавливают весьма ограниченное число отвечающих современным требованиям стандартных типов.

Нормализация в производстве установочных изделий распространяется лишь на такие части и размеры их, которые дают возможность применять в широком масштабе механизацию производственных процессов и достигнуть взаимозаменяемость частей.

Равным образом нормализация касается тех частей, которые в достаточной мере обеспечивают безопасность обслуживания и упрощают установку изделий путем применения унифицированного крепительного материала.

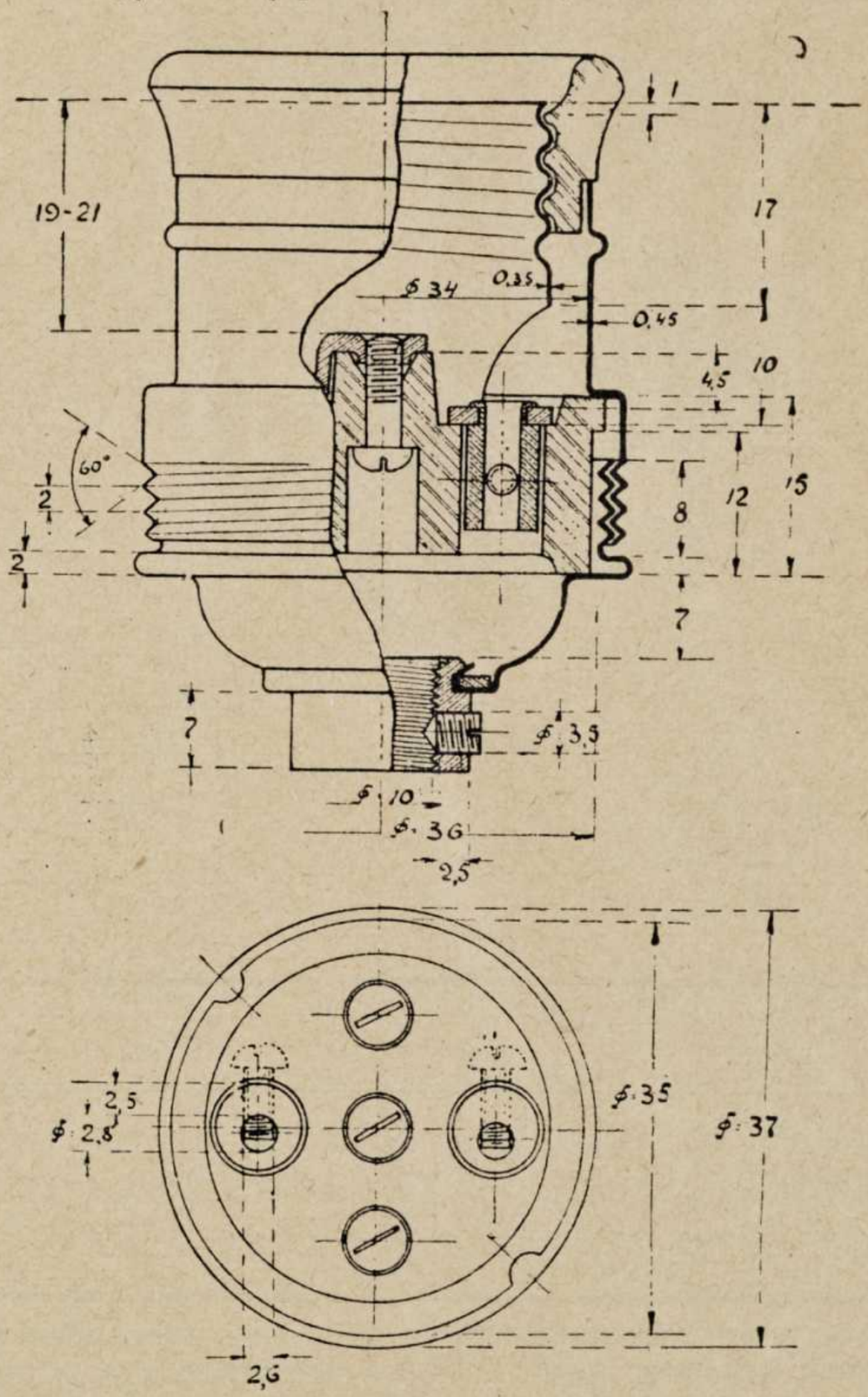
С целью проведения в жизнь указанных принципов, обязательными для выполнения являются лишь основные и предельные размеры, показанные в таблицах и на схематических чертежах настоящих „Норм“. Ни форма изделий, ни внешние очертания их, поскольку таковые не сопровождаются числовыми данными, не считаются нормализированными: все такого рода изделия или их части приводятся в „Нормах“ только в качестве образцов примерного устройства.

Настоящие „Нормы“ не стесняют творчества проектирующего, так как нормализированные размеры оставляют еще достаточно простора для дальнейшего усовершенствования установочных изделий в зависимости от прогресса техники и расширения области их применения.

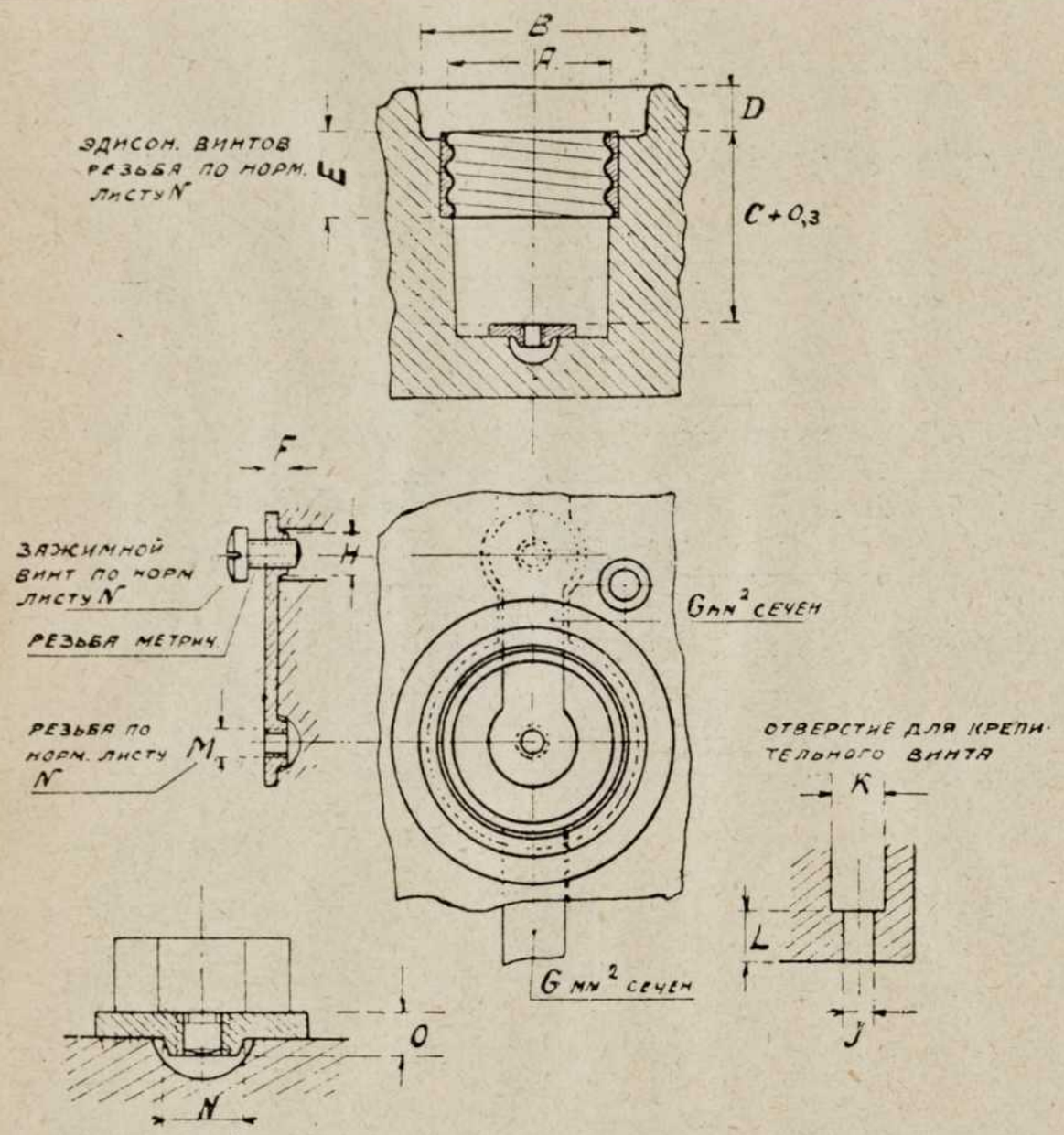
## ПРИМЕР ПАТРОНА С НОРМАЛЬНОЙ ЭДИСОНОВСКОЙ РЕЗЬБОЙ.

Размеры в mm.

Конструкция внутренней части патрона необязательна.



## ФАРФОРОВЫЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ
## на 10 A, 250 V; 25 A, 500 V и 60 A, 500 V.




Размеры в mm.

| | A | B мин. | C | D | E | G мин. | F мин. | H мин. | J | K | L мин. | M | N мин. | O мин. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| До 10 A . | E14 | 23,0 | 20,5 | 7.0 | 13,0 | 8,0[2] | 2,0 | 5,0 | 4,5 | 8,5 | 8.0 | 3,0 | 4,0 | 3,5 |
| „ 25 A . | E27 | 35,0 | 30,5 | 7,0 | 13,0 | 15,0[2] | 2,5 | 6,0 | 4,5 | 8,5 | 8,0 | 4,5 | 5,6 | 3,5 |
| „ 60 A . | E33 | 45,0 | 30,5 | 7,0 | 13,0 | 35,0[2] | 2,5 | 8,0 | 4,5 | 8,5 | 8.0 | 4,5 | 5,6 | 3,5 |

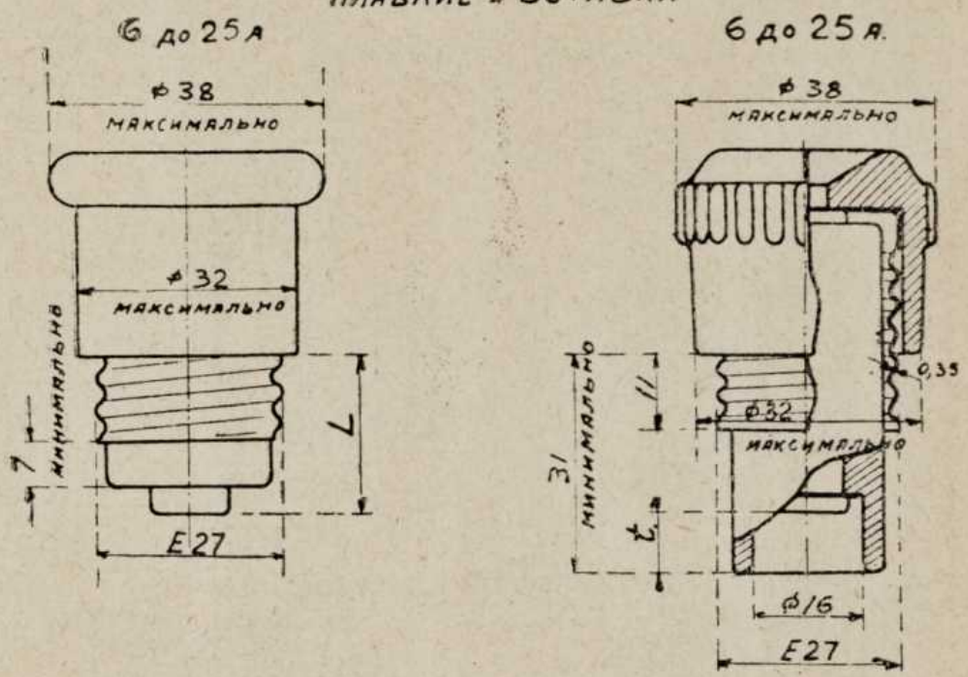
1) Токоведущие медные или латунные части должны быть никкелирован. или покрытыми каким-либо другим металлом, предохраняющим от окисления.

2) Цоколя предохранителей должны соответствовать „Нормам конструирования и испытания установочных изделий“.

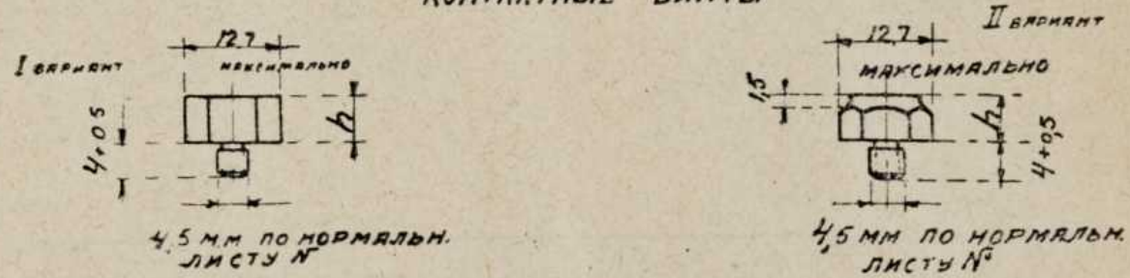
## ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ВСТАВКИ И КОНТАКТНЫЕ ВИНТЫ К НИМ ОТ 6 А ДО 25 А, 500 V.

Размеры в mm.

ПЛАВКИЕ - ВСТАВКИ




КОНТАКТНЫЕ ВИНТЫ




| На силу тока А. | Простые вставки длина L. | | Контактн. винт высота h. | | Вставки из 2-х частей глубина t. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | миним. | максим. | миним. | максим. | миним. | максим. |
| 6 | 27,2 | 27,8 | 3,9 | 4,1 | 2,9 | 3,5 |
| 10 | 25,2 | 25,8 | 5,9 | 6,1 | 4,9 | 5,5 |
| 15 | 23,2 | 23,8 | 7,9 | 8,1 | 6,9 | 7,5 |
| 20 | 21,2 | 21,8 | 9,9 | 10,1 | 8,9 | 9,5 |
| 25 | 19,2 | 19,8 | 11,9 | 12,1 | 10,9 | 11,5 |

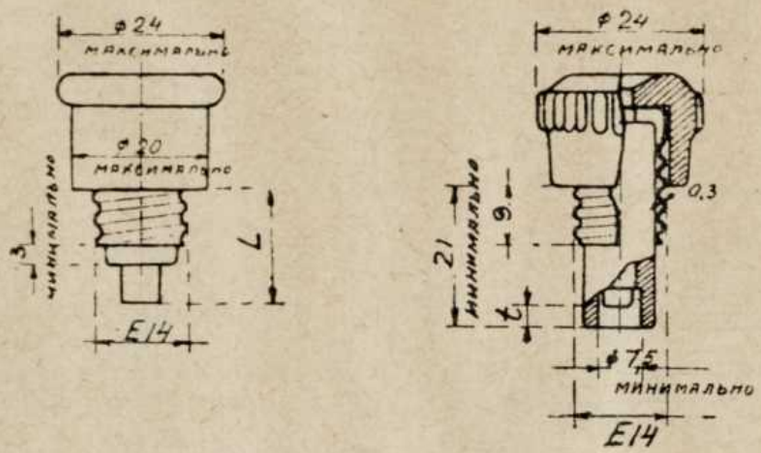
Эдисоновская винтовая резьба E27 по норм. листу №

Плавкие вставки должны соответствовать «Нормам конструирования и испытания установочных изделий».

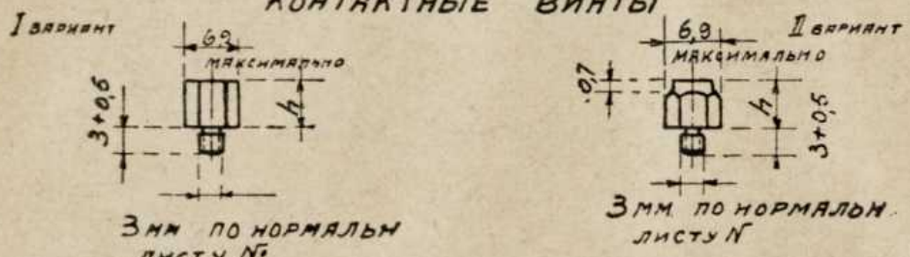
## ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ВСТАВКИ И КОНТАКТНЫЕ ВИНТЫ К НИМ ОТ 0,5 А ДО 10 А, 250 V.

Размеры в mm.

ПЛАВКИЕ ВСТАВКИ




КОНТАКТНЫЕ ВИНТЫ



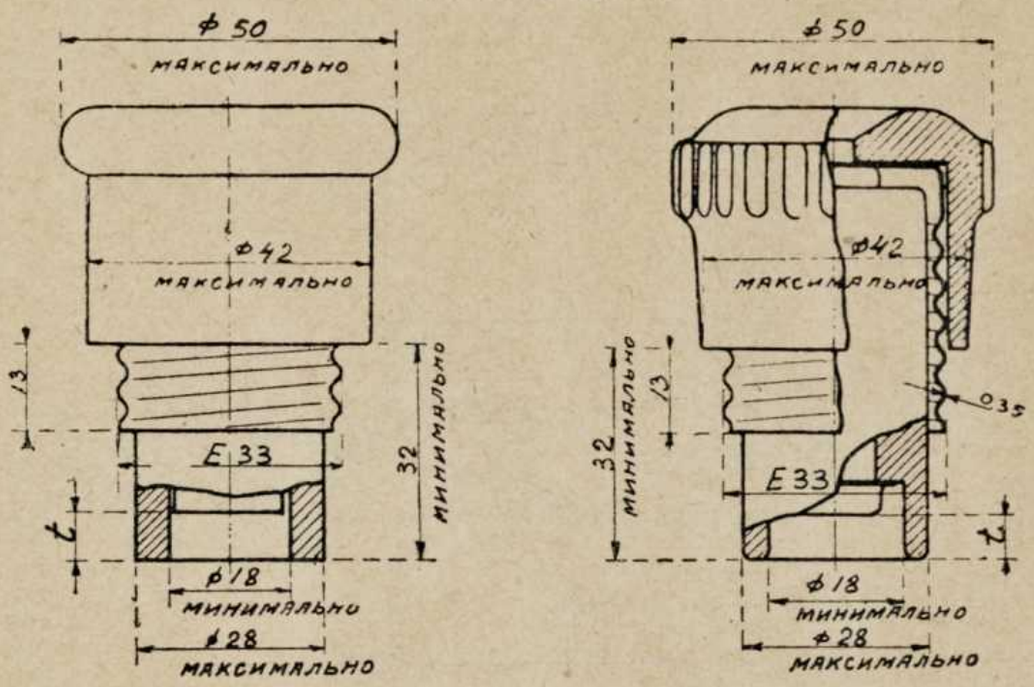

| На силу тока А. | Простые вставки длина L. | | Контактн. винт высота h. | | Вставки из 2 ч. глубина t. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | миним. | максим. | миним. | максим. | миним. | максим. |
| 4 | 19,2 | 19,8 | 1,9 | 2,1 | 0,9 | 1 5 |
| 6 | 17,2 | 17,8 | 3,9 | 4,1 | 2,9 | 3,5 |
| 10 | 15,2 | 15,8 | 5.9 | 6,1 | 4,9 | 5,5 |
| | | | | | выступ | |
| 0,5—2 | 21,2 | 21,8 | — | — | 0,5 | 1,1 |

Эдисоновская винтовая резьба «E14» по нормальн. листу №
Плавкие вставки должны соответствовать «Нормам конструирования и испытания установочных изделий».

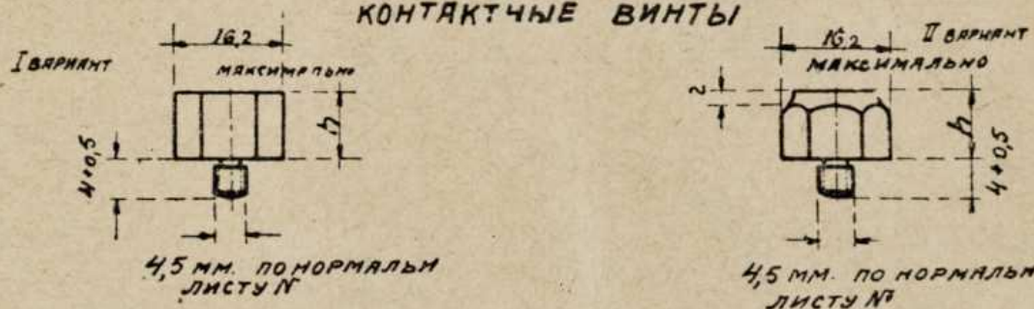
## ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ВСТАВКИ И КОНТАКТНЫЕ ВИНТЫ К НИМ ОТ 6 А ДО 60 А, 500 V.

Размеры в mm.

ПЛАВКИЕ ВСТАВКИ




КОНТАКТНЫЕ ВИНТЫ



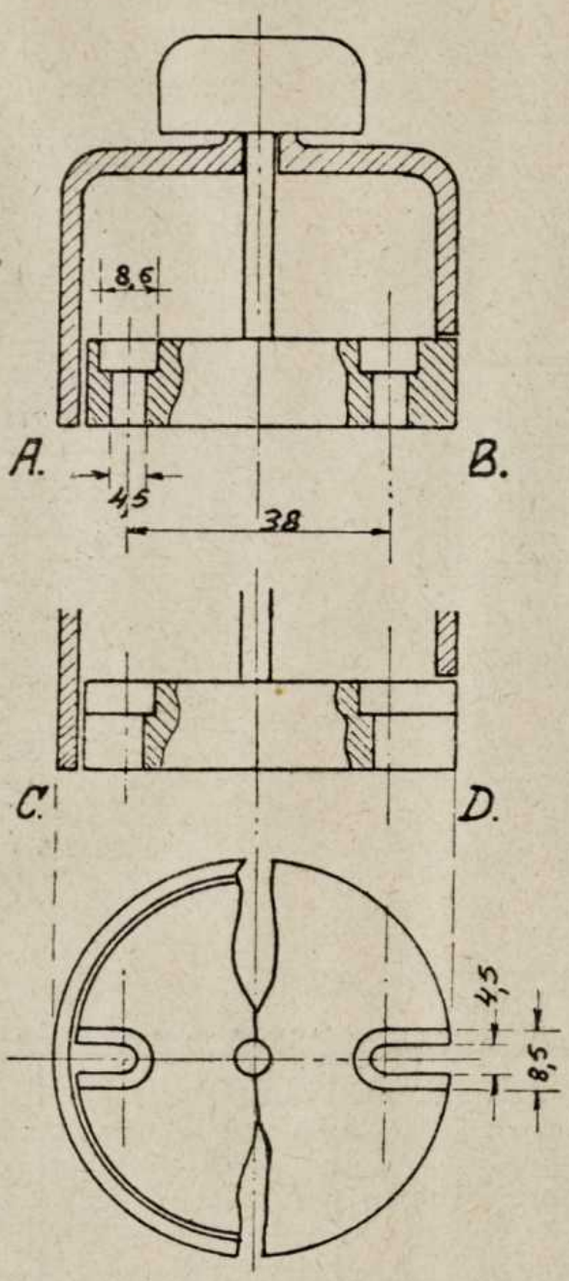

| На силу тока А. | Простые вставки глубина t. | | Контактн. винт. высота h. | | Вставка из 2 ч. глубина t. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | миним. | максим. | миним. | максим. | миним. | максим. |
| 6 | 2,9 | 3,5 | 3,9 | 4,1 | 2,9 | 3,5 |
| 10 | 4,9 | 5,5 | 5,9 | 6,1 | 4,9 | 5,5 |
| 15 | 6,9 | 7,5 | 7,9 | 8,1 | 6,9 | 7,5 |
| 20 | 8,9 | 9,5 | 9,9 | 10,1 | 8,9 | 9,5 |
| 25 | 10,9 | 11,5 | 11,9 | 12,1 | 10,9 | 11,5 |
| 35 | 12,9 | 13,5 | 13,9 | 14,1 | 12,9 | 13,5 |
| 60 | 14,9 | 15,5 | 15,9 | 16,1 | 14,9 | 15,5 |

Эдисон, винтов. резьба E 27 по норм. листу №

Плавкие вставки должны соответствовать «Нормам конструирования и испытания установочных изделий».

## ОДНОПОЛЮСНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ 4—6 А. 250 V
## ОДНОПОЛЮСНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ 2—4 А, 250 V
## РАЗМЕРЫ ЦОКОЛЯ.

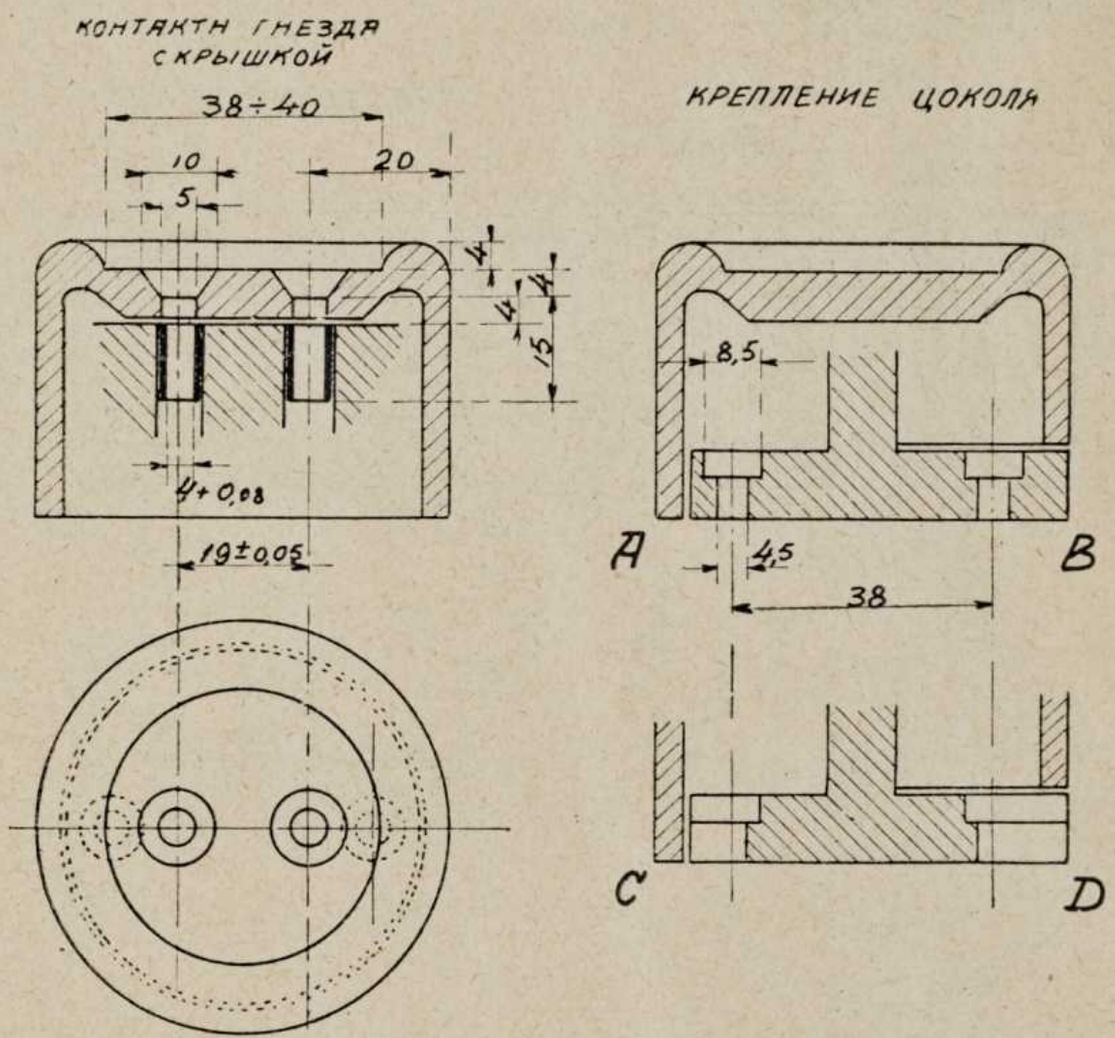
Размеры в mm.




A. с 2-мя отверстиями, крышка покрывает цоколь.
B. с 2-мя отверстиями, крышка на цоколь.
C. с 2-мя шлицами, крышка покрывает цоколь.
D. с 2-мя шлицами, крышка на цоколь.

## ШТЕПСЕЛЬНАЯ РОЗЕТКА БЕЗ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ 6 A, 250 V.

Размеры в mm.




A. с 2-мя отверстиями, крышка покрывает цоколь.

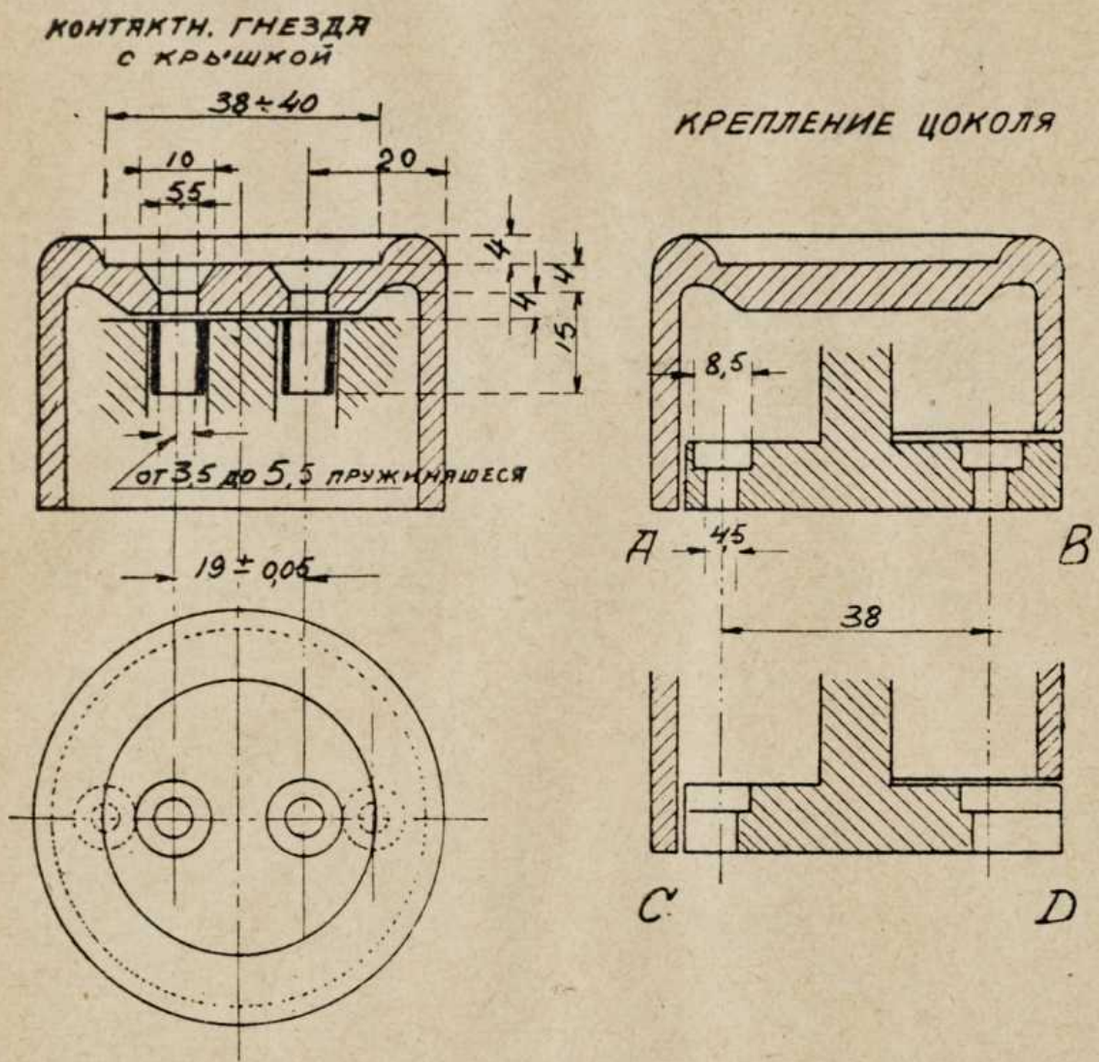
B. с 2-мя отверстиями, крышка на цоколь.

C. с 2-мя шлицами, крышка покрывает цоколь.

D. с 2-мя шлицами, крышка на цоколь.

## ШТЕПСЕЛЬНАЯ РОЗЕТКА БЕЗ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ 10 A, 250 V.

Размеры в mm.




A. с 2-мя отверстиями, крышка покрывает цоколь.

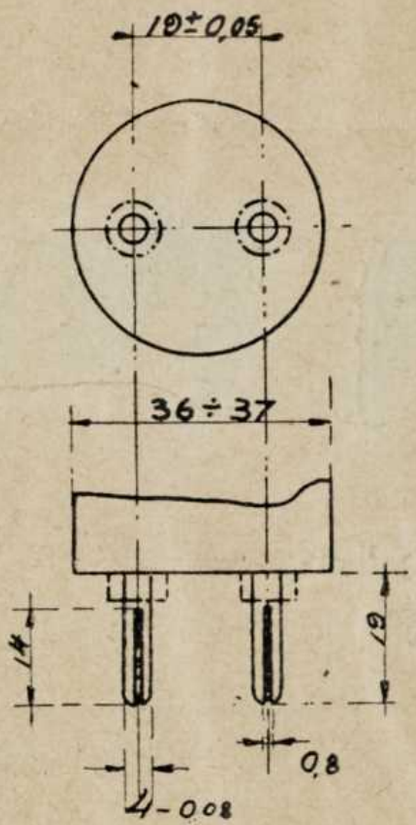
B. с 2-мя отверстиями, крышка на цоколь.

C. с 2-мя шлицами, крышка покрывает цоколь.

D. с 2-мя шлицами, крышка на цоколь.

## ШТЕПСЕЛЬНАЯ ВИЛКА 6 А, 250 V.

Размеры в mm.



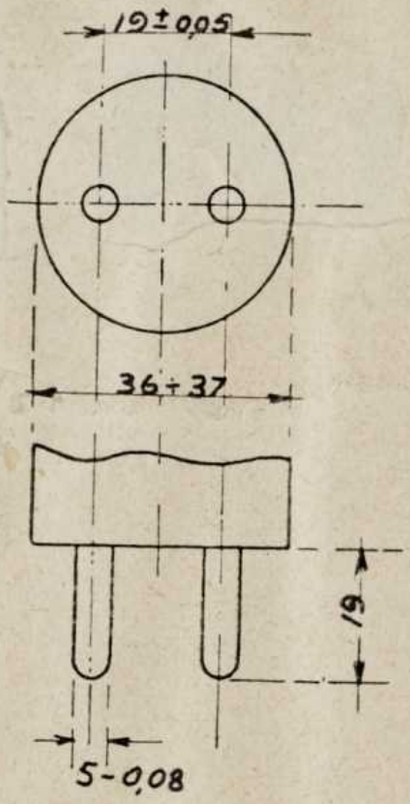

наибольш. допуск. величина.

При выполнении штифтов с буртиком или гайкой
наибольшая высота буртика или гайки = 4 mm
наибольший диаметр буртика или гайки = 7 mm

Вместо шлицованных штифтов могут быть применены также пружинящие штифты.

## ШТЕПСЕЛЬНАЯ ВИЛКА 10 А, 250 V.

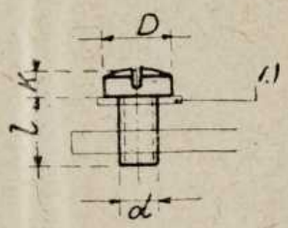
Размеры в mm.



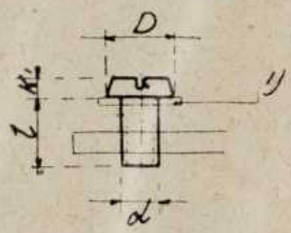
## ЗАЖИМНЫЕ ВИНТЫ ДЛЯ УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.

### На силу тока от 2 А до 60 А.

винт с выпуклой головкой



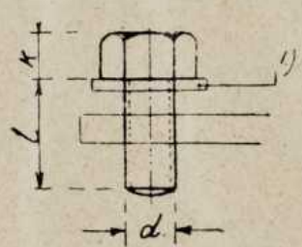

винт с коническ. головкой




Размеры в mm

| Обозначение | | Диам. резьб. d | Длина винта l | Головка | | | Для провод. сечен. меди mm² | На силу тока А. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Винта с выпуклой головк. | Винта с коническ. головкой. | | | Диам. D | Выс. K | Выс. $K_1$ | | |
| 3 × 4 норм | 3 × 4 норм | 3 | 4 | 6 | 2,4 | 1,8 | от 0,5 до 1 | 2 |
| | | | | | | | » 1 » 1,5 | 4 |
| 3,5 × 6 норм | 3,5 × 6 норм | 3,5 | 6 | 7 | 2,7 | 2,2 | » 1 » 1,5 | 6 |
| 4 × 6 норм | 4 × 6 норм | 4 | 6 | 8 | 3,1 | 2,4 | » 1,5 » 2,5 | 10 |
| | | | | | | | » 2,5 » 4 | 15 |
| 5 × 8 норм. | 5 × 8 норм | 5 | 8 | 10 | 3,8 | 3 | » 4 » 6 | 25 |
| 6 × 10 норм | 6 × 10 норм | 6 | 10 | 12 | 4,6 | 3,5 | » 6 » 25 | 60 |

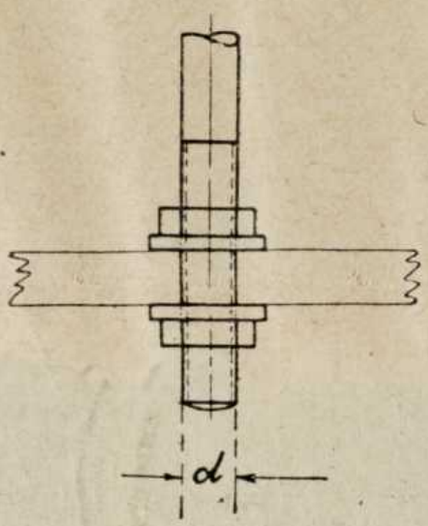
### На силу тока от 100 А до 200 А.




| Обозначение 6-ти гранного болта. | Диам. резьбы d | Длина болта l. | Высота головки k. | Отверст. для ключа. | Для провод. сечен. меди mm² | На силу тока А. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 × 16 норм | 8 | 16 | 6 | 14 | от 25 до 35 | 100 |
| 10 × 15 норм | 10 | 15 | 7 | 17 | » 35 » 95 | 200 |

[1]) Размеры шайб согласно нормальн. листу №

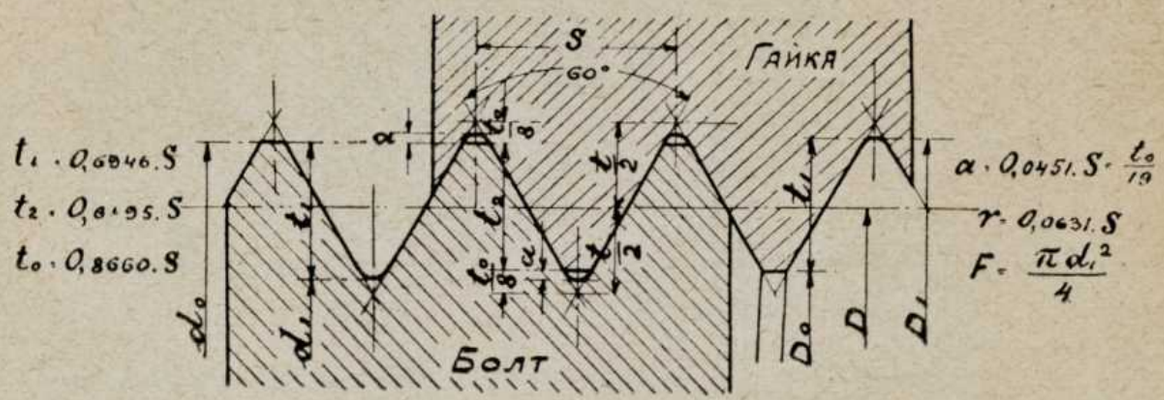
## ЗАЖИМНОЙ БОЛТ ДЛЯ УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА СИЛУ ТОКА ДО 200 А.




| Диаметр болта d mm | Для провод. сечен. меди mm² | На силу тока А | Материал | 6-ти гранн. гайки. | Шайбы. |
|---|---|---|---|---|---|
| | от 0,5 до 1 | 2 | | | |
| 3,5 | » 1 » 1,5 | 4 | | А 3,5 н. л. № | 3,1 н. л. № |
| | » 1 » 1,5 | 6 | Латунь | латунь болт. | латунь лист. |
| 4 | » 1,5 » 2,5 | 10 | | А 4. н. л. № | 4,2 н. л. № |
| 5 | » 2,5 » 4 | 15 | | | |
| | » 4 » 6 | 25 | | А 5. н. л. № | 5,2 н. л. № |
| 6 | » 6 » 25 | 60 | | А 6 н. л. № | 6,2 н. л. № |
| 8 | » 25 » 35 | 100 | | А 8 н. л. № | 8,3 н. л. № |
| 10 | » 35 » 95 | 200 | Кр. медь | А 10 н. л. № | 10,3 н. л. № |

Резьба метрическая по нормальному листу №

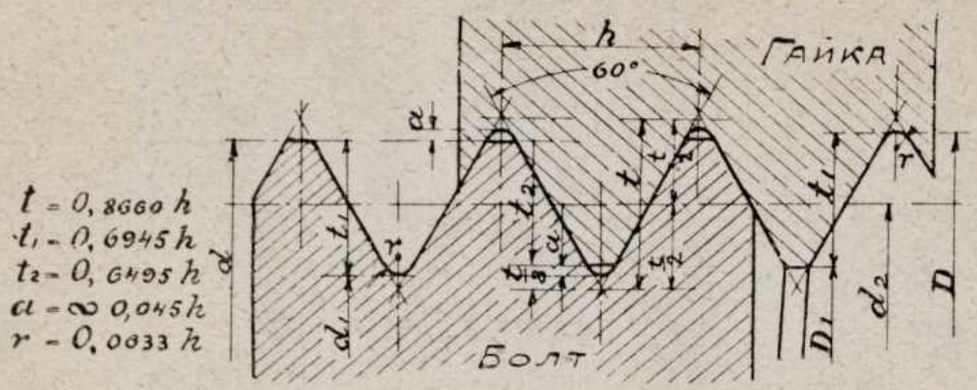
## РЕЗЬБА ДЛЯ ВЗАИМНО НЕЗАМЕНЯЕМЫХ КОНТАКТНЫХ ВИНТОВ К ПРЕДОХРАН. С ЗАКР. ПЛАВК. ВСТАВКАМИ.




mm.

| Для предохранителей до А | Болт | | | Болт и гайка | | | | | | Гайка | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Диаметр резьбы | | Площадь сечения стержня | Средний диаметр резьбы | Шаг резьбы | Глубина резьбы | Рабочая высота витка | Средний зазор | Средний радиус | Диаметр резьбы | |
| | Наружный | Внутренний | | | | | | | | Наружный | Внутренний |
| | $d_0$ | $d_1$ | Fcm² | D | S | $t_1$ | $t_2$ | a | r | $D_0$ | $D_1$ |
| 10 | 3,0 | 2,306 | 0,0419 | 2,675 | 0,5 | 0,347 | 0,325 | 0,033 | 0,03 | 3,06 | 2,35 |
| 25 | 4,5 | 3,46 | 0,094 | 4,013 | 0,75 | 0,521 | 0,487 | 0,034 | 0,04 | 4,568 | 3,526 |
| 60 | 4,5 | 3,46 | 0,094 | 4,013 | 0,75 | 0,521 | 0,487 | 0,034 | 0,04 | 4,568 | 3,526 |

## РЕЗЬБА ДЛЯ НИППЕЛЯ.

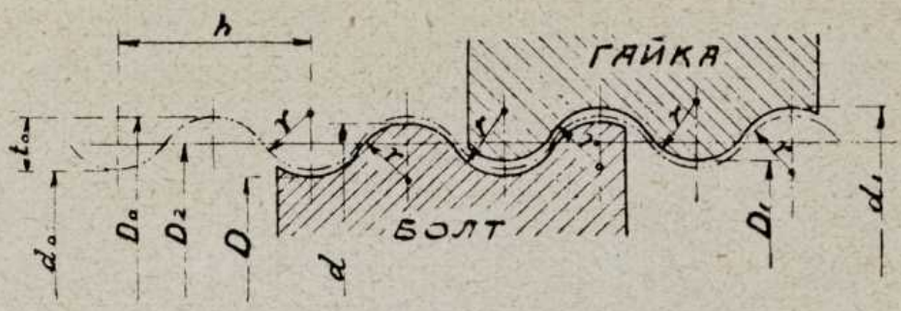



mm.

| Обозначение резьбы. | Болт | | Средний диаметр резьбы. | Число ниток на 1″ | Шаг резьбы | Глубина резьбы | Рабочая высота витка | Радиус закругления | Гайка | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Наружный диаметр. | Внутренний диаметр. | | | | | | | Наружный диаметр | Внутренний диаметр |
| | d | $d_1$ | $d_2$ | z | h | $t_1$ | $t_2$ | r | D | $D_1$ |
| | 10 | 8,610 | 9,350 | 25,4 | 1 | 0,695 | 0,650 | 0,06 | 10,090 | 8,700 |
| | 13 | 11,610 | 12,350 | 25,4 | 1 | 0,695 | 0,650 | 0,06 | 13,090 | 11,700 |
| | 16 | 14,61 | 15,350 | 25,4 | 1 | 0,695 | 0,650 | 0,06 | 16,090 | 14,700 |

Ниппельная резьба соответствует мелкой метрической резьбе по нормальному листу №

## ЭДИСОНОВСКАЯ ВИНТОВАЯ РЕЗЬБА.




**Профиль резьбы** (теоретический).

Размеры в mm.

| Сокращ.[1]) обознач. | Обозначение[2]). | Наружн. диам. $D_o$ | Внутр. диам. $d_o$ | Средн. диам. $D_2$ | Число ниток на 1″ z | Шаг винта. h | Высота нарез. $t_o$ | Радиус закругления. r |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E 10 | Нарезка-Эдисона 10 | 9,60 | 8,60 | 9,10 | 14 | 1,814 | 0,50 | 0,536 |
| E 14 | Нарезка-Эдисона 14 | 13,93 | 12,33 | 13,13 | 9 | 2,822 | 0,80 | 0,825 |
| E 27 | Нарезка-Эдисона 27 | 26,60 | 24,30 | 25,45 | 7 | 3,629 | 1,15 | 1,00 |
| E 33 | Нарезка-Эдисона 33 | 33,10 | 30,50 | 31,80 | 6 | 4,233 | 1,30 | 1,19 |
| E 40 | Нарезка-Эдисона 40 | 39,55 | 35,95 | 37,75 | 4 | 6,350 | 1,80 | 1,85 |

### Предельные размеры нарезки

болтов и гаек.

| Сокращ. обознач. | БОЛТ | | | | ГАЙКА | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | наружн. диаметр d | | внутрен. диаметр D | | наружн. диаметр $d_1$ | | внутрен. диаметр $D_1$ | |
| | наибол. | наимен. | наибол. | наимен. | наимен. | наибол. | наимен. | наибол. |
| E 10 | 9,57 | 9,40 | 8,57 | 8,40 | 9,63 | 9,80 | 8,63 | 8,80 |
| E 14 | 13,90 | 13,70 | 12,30 | 12,10 | 13,96 | 14,16 | 12,36 | 12,56 |
| E 27 | 26,55 | 26,20 | 24,25 | 23,90 | 26,65 | 27,00 | 24,35 | 24,70 |
| E 33 | 33,05 | 32,65 | 30,45 | 30,05 | 33,15 | 33,55 | 30,55 | 30,95 |
| E 40 | 39,50 | 39,05 | 35,90 | 35,45 | 39,60 | 40,05 | 36,00 | 36,45 |

[1]) Показаны округленные цифры наружн. диаметров.

[2]) Настоящими обозначениями заменяются до сих пор существовавшие наименования „Мал. Миньон“, „Миньон“, „Нормальная“, „Большая“ „Голиаф“ — Эдисоновская резьба.

**Цена — 30 коп.**

**Для членов Съезда — бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит. № 39.039. Тираж 1.700 экз. 1¼ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

## Нормы для ламповых цоколей и патронов Эдисона и Свана.

Быстрый рост производительности союзных ламповых заводов выдвинул вопрос о необходимости нормирования размеров цоколей ламп накаливания с Эдисоновской резьбой не только нормального типа, но и типа «Миньон» и «Голиаф», а в последнее время и типа «малый Миньон», а также цоколей ламп и патронов Свана.

Вопросом этим занималась сперва Комиссия при осветительной технике при ЛОЦЭС, а затем Комиссия по установочным изделиям при ЛОКЭН. В указанных Комиссиях принимали участие кроме членов ЦЭС представители Главной Палаты мер и весов, завода «Светлана» и завода «Электрик».

Комиссия для цоколей с Эдисоновской резьбой приняла цоколя В 10, С 10, А 14, С 14, А 27, В 27, А 40 и В 40, по германским нормам, как те, производство которых уже установлено на наших заводах.

Для цоколя лампы и для патрона «Свана» Комиссия приняла размеры, принятые на Нью-Иоркской Конференции Международной Электротехнической Комиссии, дополнив их размерами для патрона:

A — расстояния между осями штифтов и

B — диаметр штифтов;

для цоколя:

O — расстояния между внешними краями контактных пластинок,

S — расстояния между внутренними краями контактных пластинок и

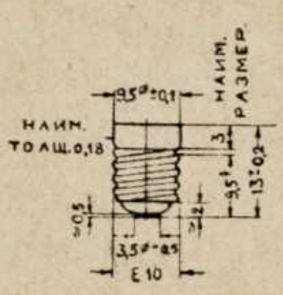
$S_1$ — расстояние между внешними краями контактных пластин и металлическим кольцом цоколя.

Результаты работ Комиссий были представлены через ОКЭН XXII Сессии Пленума ЦЭС 1927 года, которым и были одобрены для внесения на IX Всесоюзный Электротехнический Съезд.

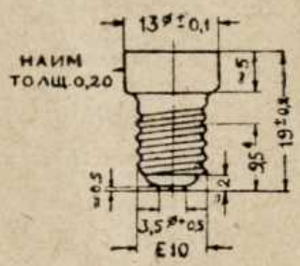
## ЦОКОЛЬ ЛАМПЫ С ЭДИСОНОВСКОЙ РЕЗЬБОЙ Е 10 для напряжений до 24 V

Размеры в mm.

B 10




C 10

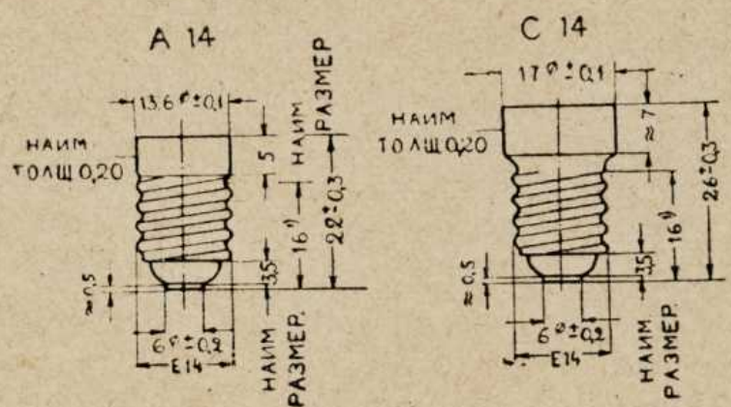



Резьба по нормальному листу №
Калибр для высоты нарези цоколя лампы по нормальному листу №
Калибр для резьбы по нормальному листу №

[1]) Наименьшая длина нарезки.

## ЦОКОЛЬ ЛАМПЫ С ЭДИСОНОВСКОЙ РЕЗЬБОЙ E 14.

Размеры в mm.




Резьба по нормальному листу №

Калибр для высоты нарезки цоколя лампы по нормальному листу №

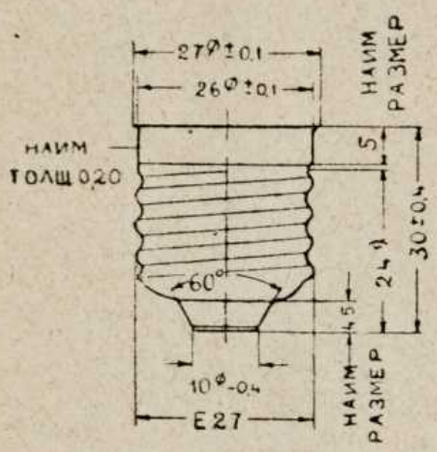
Калибр для резьбы по нормальному листу №

¹) Наименьшая длина нарезки.

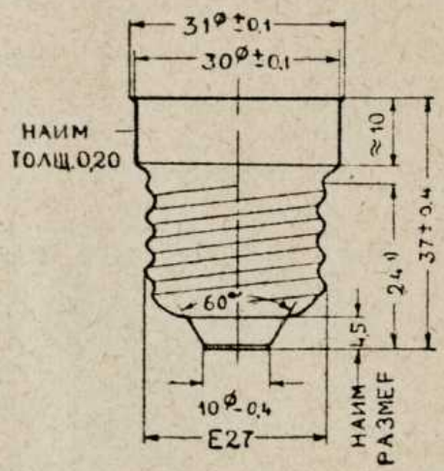
## ЦОКОЛЬ ЛАМПЫ С ЭДИСОНОВСКОЙ РЕЗЬБОЙ Е 27.

Размеры в mm.

A 27
до 100 W




B 27
свыше 100 W до 200 W

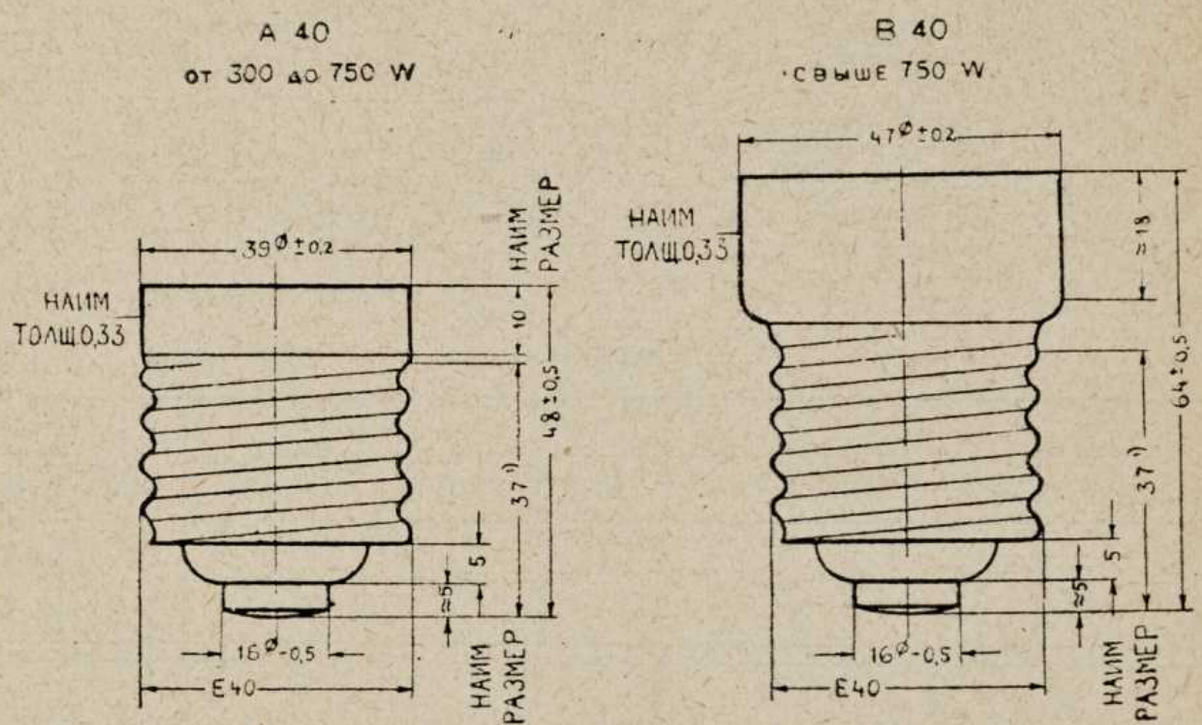



Резьба по нормальному листу №
Калибр для высоты нарезки цоколя лампы по нормальному листу №
Калибр для резьбы по нормальному листу №

[1]) Наименьшая длина нарезки.

## ЦОКОЛЬ ЛАМПЫ С ЭДИСОНОВСКОЙ РЕЗЬБОЙ Е 40

Размеры в mm.

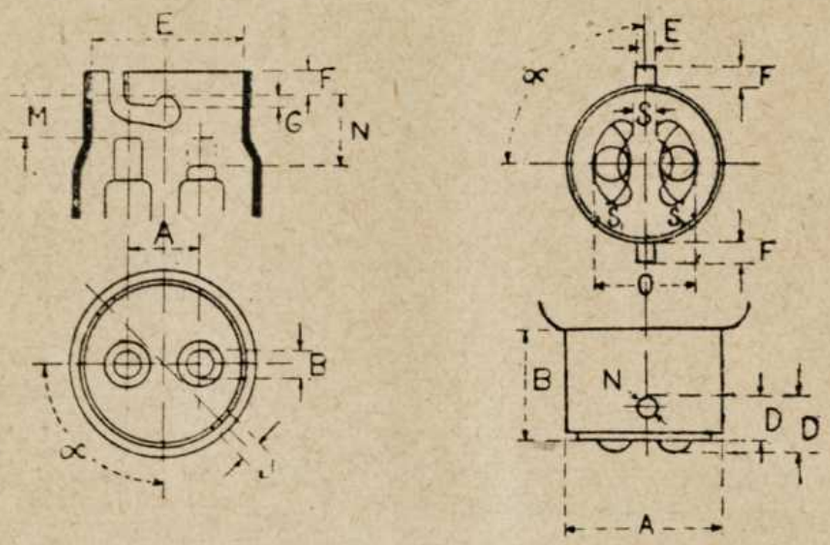



Резьба по нормальному листу №
Калибр для высоты нарезки цоколя лампы по нормальному листу №
Калибр для резьбы по нормальному листу №

¹) Наименьшая длина нарезки.

## ЦОКОЛЬ ЛАМПЫ И ПАТРОН „СВАНА“

Размеры в mm.




### Патрон.

| A | | B | | N | | E | | M | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | макс. |
| 12 | 13 | 2,5 | 5,0 | 10,0 | — | 22,3 | 22,5 | — | 4,9 |

| F | | J | | | α | | G | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| мин. | макс. | мин. | макс. | | мин. | макс. | мин. | макс. |
| — | 5,0 | 2,7 | 3,2 | | 82°30′ | 97°30′ | 0,9 | 1,15 |

### Цоколь лампы.

| O | | D | | $D_1$ | | A | | B | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | макс. |
| 14,0 | — | 6,0 | 7,0 | — | 8,0 | 21,75 | 22,15 | 15,0 | — |

| S | | E | | $S_1$ | α | | F | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | мин. | макс. | мин. | макс. |
| 3,0 | — | — | 2,1 | 3,0 | 82°30′ | 97°30 | 2,3 | 2,7 |

Примечание: Размеры под литерами N, E, M, F, J, α, G, D, $D_1$, A, B, E, α, F соответствуют нормам 1926 года Международной Электротехнической Комиссии.

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.960. Тираж 1.700 экз. ½ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Комитета*
*Эталонов и Стандартов*
*при Главной Палате мер и весов.*

## Калибры для ламповых цоколей и патронов Эдисона.

При нормировании размеров изделий и их деталей является необходимость в установлении соответствующих калибров.

Разработка калибров для электротехнических изделий взял на себя Комитет Эталонов и Стандартов (КЭС) при Главной Палате мер и весов при ближайшем участии Лаборатории калибров Главной Палаты мер и весов.

В первую очередь КЭС'ом были разработаны в особой Комиссии при участии представителей Ленинградского отделения ГЭТ и заводов «Светлана», «Электрик» и Сестрорецкого калибры для цоколей ламп накаливания и патронов с Эдисоновской резьбой, т. е. для тех изделий, для которых еще в начале 1926 года ЦЭС'ом уже были окончательно разработаны нормированные размеры, а именно, для цоколей и патронов Е 14, Е 27 и Е 40. Для цоколей и патронов с резьбой Е 10 разработка калибров еще не закончена, так как необходимость нормирования размеров и этого типа цоколей и патронов выяснилась только к началу текущего года.

Разработка деталей калибров произведена Сестрорецким заводом, а затем в последнее время проверена существующею в Ленинграде артелью «Красный Инструментальщик», имеющею в своем составе опытных мастеров, специализировавшихся на изготовлении калибров и поставляющих таковые для целого ряда механических заводов и мастерских.

КЭС'ом предлагается установить следующие калибры:

1. Калибры для поверки винтовой нарезки патронов с Эдисоновской резьбой в виде обыкновенного двустороннего стержневого калибра, с одной стороны снабженного цапфой «проходит» с Эдисоновской резьбой, с другой — гладкой цапфой «не проходит». Внутренний и наружный диаметры винтовой цапфы отвечают наи-

меньшим размерам нарезки патрона, а диаметр гладкой цапфы— наибольшему внутреннему диаметру патрона.

2. Калибры для поверки винтовой нарезки цоколей с Эдисоновской резьбой в виде двух колец—одно кольцо-гайка «проходит» с Эдисоновской нарезкой, другое «не проходит» — гладкое. Внутренний и наружный диаметры нарезки кольца-гайки равны наибольшим размерам нарезки цоколя, а диаметр отверстия гладкого кольца равен наименьшему наружному диаметру цоколя.

Лаборатория калибров Главной Палаты мер и весов предлагала применить в качестве контрольных калибров для поверки стержневых рабочих калибров предельные скобяные калибры Викмана-Герберт, дающее возможность измерять наружный, внутренний и эффективный диаметры и полную нарезку. Эти калибры могли бы служить и для поверки метчиком, при помощи которых изготовляются нарезки патронов и цоколей. Комиссия КЭС высказалась за желательность введения таких калибров в будущем, но в настоящее время воздержалась от введения их но чисто экономическим соображением—их сравнительно большой стоимости.

3. Калибры для винтового контакта патронов с Эдисоновской резьбой или калибры глубины и

4. Калибры для винтового контакта цоколей с Эдисоновской резьбой или калибры высоты.

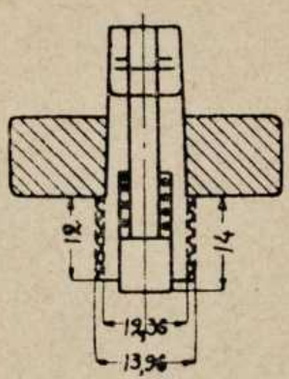
Оба последние калибра, приведенные на прилагаемых таблицах для патронов и цоколей Е 14, Е 27 и Е 40, спроектированы по типу германских подобных же калибров с незначительными, конечно, необязательными, конструктивными изменениями, клонящимися к упрощению и производства к удешевлению калибров.

На стержне поршней калибров нанесены риски, дающие предельные размеры. Обычно на таких калибрах будет наноситься одна пара рисок. На прилагаемых таблицах таких рисок нанесено по две пары, в виду того, что размеры, вводимые новыми нормами как для патронов, так и для цоколей, несколько отличаются от действовавших ранее. Калибры с двумя парами рисок будут необходимы для поверочных учреждений на переходный период.

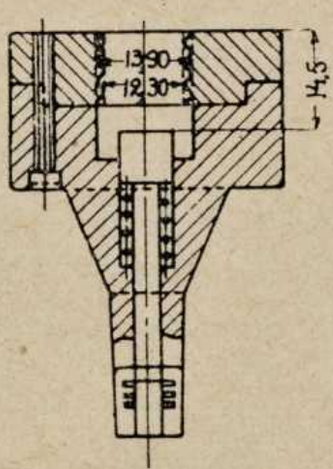
## КАЛИБРЫ ДЛЯ ПАТРОНА И ЦОКОЛЯ ЛАМПЫ Е 14.

Размеры в mm.

### Калибр глубины патрона Е 14.



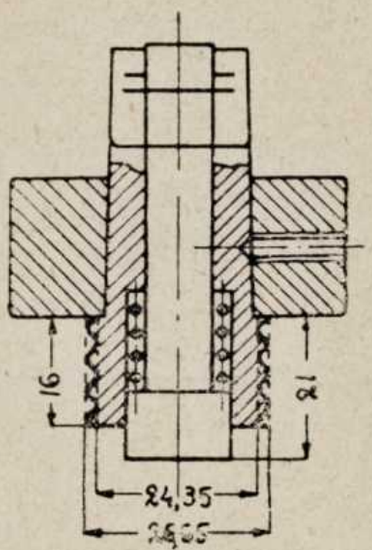

### Калибр высоты цоколя лампы Е 14.



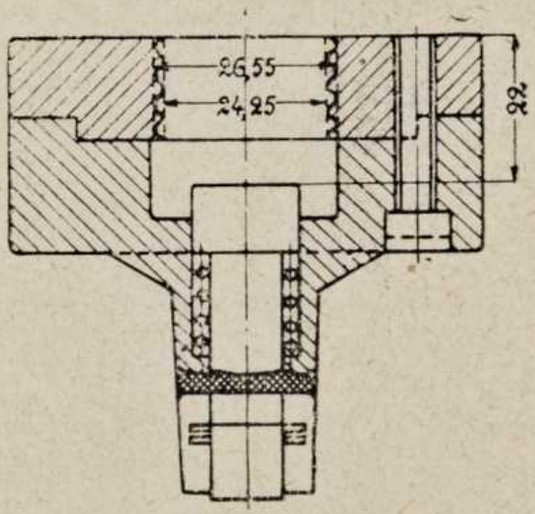
## КАЛИБРЫ ДЛЯ ПАТРОНА И ЦОКОЛЯ ЛАМПЫ Е 27.

Размеры в mm.

### Калибр глубины патрона Е 27.



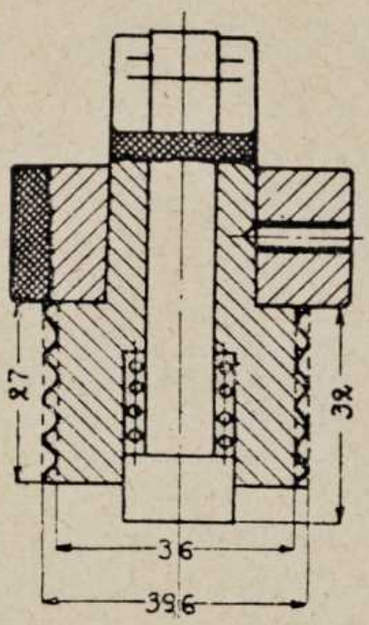

### Калибр высоты цоколя лампы Е 27.



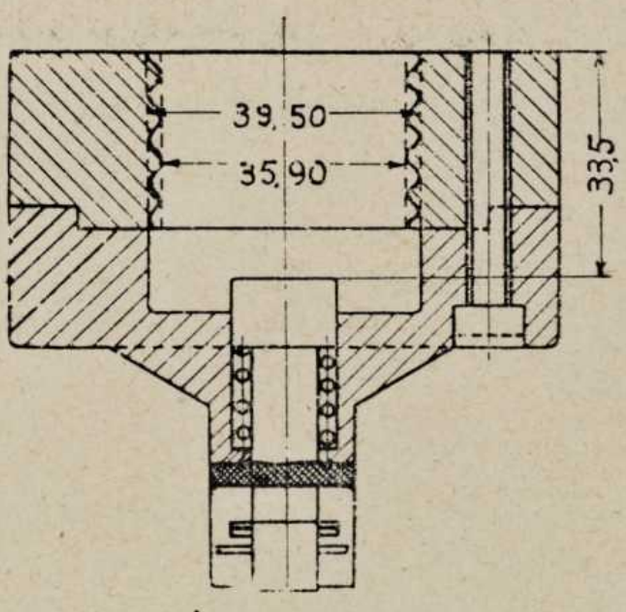
## КАЛИБРЫ ДЛЯ ПАТРОНА И ЦОКОЛЯ ЛАМПЫ Е 40.

Размеры в mm.

Калибр глубины патрона Е 40.




Калибр высоты цоколя лампы Е 40.



Цена — 10 коп.

Для членов Съезда—бесплатно.

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 39.038. Тираж 1.700 экз. 1/2 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Постоянного Бюро Трамвайных Съездов.*

## Нормы для тяговых электродвигателей [1]).

Настоящие нормы относятся ко всем типам тяговых электродвигателей.

Назначение этих норм:

в главе I — установить основные соглашения и основные понятия;
» II — указать данные, определяющие работоспособность тягового двигателя;
» III — указать методы испытаний для тяговых электродвигателей;
» IV — указать, в чем должны состоять испытания приемочные и типовые.

## ГЛАВА I.

### Основные соглашения и основные понятия.

§ 1—предельные допустимые превышения температур для тягового электродвигателя;

§ 2—мощности тягового электродвигателя;

§ 3—рабочие характеристики тягового электродвигателя;

§ 4—наибольшая допустимая скорость вращения тягового электродвигателя.

---

[1]) В основу проекта вносимых Постоянным Бюро Трамвайных Съездов положены «Временные нормы определения мощности и испытания тяговых электродвигателей», принятые на II Всесоюзном Трамвайном Съезде. В нормы внесены некоторые изменения и дополнения и они согласованы с нормами принятыми на общем собрании Международной Электротехнической Комиссии в Нью-Йорке.

## § 1.—Предельные допустимые превышения температур тягового электродвигателя.

### п. А: Классификация изолирующих материалов в отношении допустимых для них нагреваний.

Изолирующие материалы, применяемые в тяговых электродвигателях, могут быть разбиты на два класса—А и В.

К классу А принадлежат—хлопчатая бумага, шелк, бумага и тому подобные материалы органического происхождения, подвергнутые пропитке или погруженные в масло, а также провода эмалированные.

К классу В относятся материалы, изготовленные из слюды и асбеста и других подобных материалов неорганического происхождения в соединении со связующим веществом.

### п. Б. Превышения температур тягового электродвигателя при испытаии его на неподвижной установке.

Под превышением температуры понимается разность температур нагретой части двигателя и окружающей среды.

Превышения температур, указанные в нижеприведенной таблице, допустимы при температуре окружающего воздуха до 25°С.

Для подшипников, при измерении термометром, 55° С.

Для совершенно закрытых двигателей трамвайного типа с подшипниками, конструированными для узкой колеи, нагрев подшипников может быть повышен на 20° С.

Нормы нагрева, установленные в настоящем § для часового испытания, не касаются электродвигателей, отношение тока продолжительной и часовой мощности которых равно и превосходит 80%. Превышение температуры таких электродвигателей при испытании на часовую мощность должно следовать нормам, установленным для продолжительного испытания.

Превышение температуры любой части тягового электродвигателя над температурой охлаждающего воздуха не должно превзойти значений, указанных в таблице 1, при проверках, гарантированных для двигателя мощностей.

Хотя в таблице приведены предельные превышения при определении их двумя методами (по измерению сопротивления и по термометру), но за основной метод принимается измерение сопро-

ТАБЛИЦА 1.

| Мощность. | Часть двигателя. | Изоляция. | Метод измерения. | Превышение температуры. |
|---|---|---|---|---|
| Длительная мощность. | Обмотки якоря и магнитов. | Материалы класса А. | По сопротивлению | 85° С. |
| | | | По термометру. | 65° С. |
| | | Материалы класса В. | По сопротивлению | 105° С. |
| | | | По термометру. | 85° С. |
| | Кольца и коллектор. | Класс А и В. | По термометру. | 85° С. |
| Часовая мощность. | Обмотки якоря и магнитов. | Материалы класса А. | По сопротивлению. | 100° С. |
| | | | По термометру. | 75° С. |
| | | Материалы класса В. | По сопротивлению. | 120° С. |
| | | | По термометру. | 95° С. |
| | Кольца и коллектор. | Класс А и В. | По термометру. | 90° С. |

тивления. Точно установить соотношение температур, определенных по термометру и путем измерения сопротивления, нет возможности. Поэтому указанная в таблице 1 разница между этими двумя значениями есть некоторая средняя величина и она может изменяться в широких пределах для двигателей разных типов и величин.

Возможно. что измерения температуры по сопротивлению окажутся неприемлемыми для некоторых больших электродвигателей с распределенной обмоткой, и тогда измерение температуры по термометру окажется необходимым. Но для средних элекгродвигателей, когда измерения температуры могут быть произведены с точностью и тем и другим методом,—температуры, определенные по термометру, которые

превосходят температуры, указанные в таблице 1 (для измерений по термометру) должны быть оставлены без внимания, если только они не выше температур, определенных по измерению сопротивления.

Примечание: «а» Допустимые температуры и предельные превышения температур при изолировке двигателя материалами разных классов.

В тех случаях, когда для различных в пространстве разделенных частей одной и той же обмотки применена изоляция различной температурной стойкости, а равно в тех случаях, когда изоляция составлена из слоев разнородных материалов, нагрев каждого материала должен быть ограничен установленными для него пределами. Данное положение не касается тех материалов, разрушение которых не отражается на прочности машины.

Примечание: «б». Температура металлических частей машины.

Части, соприкасающиеся с изоляционным материалом или находящиеся в непосредственной к нему близости, не должны иметь температуру выше допустимой для данной изоляции. Части, не соприкасающиеся с изоляционным материалом, могут работать при температурах, не являющихся вредными в каком-либо другом отношении.

Примечание: «в». Нормальная температура окружающего воздуха.

Как указано выше, за нормальную температуру окружающего воздуха при работе двигателя на неподвижной установке нормами принято 25° С.

### п. В. Превышение температуры тягового двигателя при работе в поезде.

При выборе тягового двигателя необходимо учитывать температуру окружающего воздуха, существующую действительно в эксплоатационных условиях во всех тех случаях, когда эта температура выше 25° С. Температура в 25° С может быть положена в основу расчета для средней полосы России, но для южных местностей она должна быть повышена на основании опытных данных.

Превышение температуры закрытого тягового двигателя с естественной вентиляцией, работающего в поезде на высоте, не превосходящей 1 000 m над уровнем моря и подверженного действию потока воздуха при движении, составляет от 75 до 90% превышения температуры достигаемого на неподвижной установке при той же величине потерь. Для двигателей с самовентиляцией превышение температуры составляет от 90 до 100%, а иногда даже несколько и превосходит нагрев на неподвижной установке, если условия работы вентиляторов при движении поезда ухудшаются.

Расчет превышения температуры двигателей, работающих на высоте, превостодящей 1 000 m над уровнем моря, должен быть объектом специальных норм.

## § 2. — Мощность тягового электродвигателя.

### п. А. Предохранительная мощность.

Под продолжительной мощностью электродвигателя понимается та наибольшая мощность, развиваемая на его валу, при которой электродвигатель может длительно работать на неподвижной установке при закрытом коллекторном и смотровых люках без того, чтобы установившееся превышение температуры какой-либо его части превзошло величину, указанную в гл. 1, § 1, п. Б.

При определении продолжительной мощности вентилятор должен действовать в тех же условиях, что и при нормальной работе в поезде.

Под продолжительным током электродвигателя понимается ток, отвечающий его продолжительной мощности.

Испытание вентилированных двигателей на продолжительную должно быть произведено при полном напряжении; испытание совершенно закрытых (невентилированных) двигателей на продолтельную мощность—при напряжении в 75% или 50% от полного и это уменьшенное значение напряжения должно быть обусловлено в заказе.

Примечание «а». Так как один и тот же двигатель может действовать при различных условиях вентиляции, то необходимо в каждом случае указать—какая вентиляция применяется. В том случае, когда двигатель охлаждается посредством отдельного независимого вентилятора, должно быть

указано—при каком потоке охлаждающего воздуха определение продолжительной мощности должно быть произведено.

Применение вентиляторов, имеющих целью создать наружное охлаждение двигателя, аналогичное охлаждению встречным воздухом при движении поезда, при опытном определении продолжительной мощности не допускается.

**п. Б. Часовая мощность.**

Под часовой мощностью электродвигателя понимается та наибольшая мощность, развиваемая на его валу, при которой двигатель может работать на неподвижной установке при закрытых коллекторном и смотровых люках в течение одного часа без того, чтобы превышение температуры какой-либо его части превзошло величину, указанную в гл. 1, § 1, п. Б.

Часовая мощность разумеется при полном напряжении и тех же вентиляционных средствах и условиях, как и мощность продолжительная.

Под часовым током электродвигателя понимается ток, отвечающий его часовой мощности.

Испытания как вентилированных, так и совершенно закрытых двигателей на часовую мощность должны быть произведены при полном вольтаже.

Примечание «а». Мощность двигателей с регулировкой возбуждения.

Для двигателей с регулировкой возбуждения должна быть указана степень возбуждения, отвечающая гарантируемой мощности, и испытание гарантируемой мощности должно быть произведено при этом возбуждении.

## § 3.—Рабочие характеристики тягового электродвигателя.

Рабочие характеристики тягового двигателя должны быть вычерчены откладывая силу тока по абсциссам, а по ординатам — вращающий момент (или тяговое усилие), число оборотов (или скорость на ободе колеса), отдачу (с указанием к чему она отнесена) и коэффициент мощности (в случае двигателей переменного тока). Эти характеристики даются в пределах тока, соответствующего двойному часовому току и удвоенной величине скорости при часовом токе.

Рабочие характеристики должны быть даны для всех ходовых ступеней скорости, а именно:

а) для безреостатного последовательного и параллельного включения двигателей при всех ходовых ступенях регулировки возбуждения в двигателях постоянного тока. Под регулировкой возбуждения сериесного двигателя понимается шунтировка обмотки возбуждения, или выключение части ее витков;

б) для всех ходовых положений ступенчатого трансформатора в двигателях однофазного тока;

в) для безреостатной работы двигателя при каскадном включении и переключении полюсов в двигателях трехфазных.

Характеристики должны быть отнесены к температурам электродвигателя, лежащим на 15° ниже предельных температур, данных в гл. 1, § 1, п. Б.

В случае если характеристики сняты или отнесены к другим температурам, последние должны быть указаны.

### § 4. — Наибольшая допустимая скорость вращения.

Под наибольшей допустимой скоростью вращения двигателя понимается та максимальная скорость вращения, при которой электродвигатель может работать продолжительно без ущерба для механической его прочности.

## ГЛАВА II.

### Данные, определяющие работоспособность тягового электродвигателя.

Работоспособность каждого тягового электродвигателя в общем случае должна быть охарактеризована следующими данными:

Во первых—двумя мощностями—мощностью продолжительной и мощностью часовой.

Примечание «а». Предприятие, строящее электродвигатели, должно для каждого типа двигателя иметь опытные данные его мощности при напряжениях полном $^3/_4$ и $^1/_2$ от полного.

Примечание «б». В каждом частном случае для двигателя может быть дана еще одна продолжительная мощность.

В двигателях с отдельным вентилятором она должна соответствовать тому эквивалентному напряжению, при котором потери в железе двигателя равняются средней величине названных потерь при действительной работе. В двигателях с вентилятором на валу эта мощность должна быть отнесена к той средней скорости вращения двигателя, которую он имеет при работе на данной дороге или трамвае.

Во вторых — рабочими характеристиками в пределах токов, указанных в гл. 1, § 3.

Вместо рабочих характеристик могут быть указаны скорости, отдачи и коэффициенты мощности отвечающие продолжительной, часовой и удвоенной часовой мощностям, а также наибольшая скорость вращения.

Примечания: 1) Допустимые отступления от гарантийных данных скоростной характеристики или скоростей в пределах кратковременной и длительной мощности — 5%.

2) При проверке реверсивности, расхождение в числе оборотов не должно превышать 2%, причем крайние допустимые отклонения должны лежать в пределах, указанных в примеч. 1.

3) Допустимые отступления от коэффициента полезного действия должны заключаться в пределах ± 1%.

## ГЛАВА III.

### Методы испытания тяговых электродвигателей.

§ 1—общее: способы измерения температуры;

§ 2—измерение температуры охлаждающей среды во время испытаний;

§ 3—измерение температуры холодных обмоток (до начала испытаний);

§ 4—измерение температуры нагретых обмоток электродвигателя в момент его остановки;

§ 5—испытание электродвигателя на кратковременную мощность;

§ 6—испытание электродвигателя на продолжительную мощность;

§ 7—испытание электродвигателя на перегрузку:;

§ 8—испытание электродвигателя на наибольшую допустимую скорость вращения;

§ 9—испытание электродвигателя на диэлектрическую прочность;

§ 10—определение отдачи электродвигателя.

§ 1. — Общее: способы измерения температуры.

Измерение температуры электродвигателя, где это возможно, рекомендуется производить нижеследующими способами:

п. А. Путем измерения температуры поверхности нагретой части машины.

п. Б. Методом электрического сопротивления.

### п. А. Измерение температуры на поверхности.

Измерение температуры на поверхности может производиться при помощи термометров ртутных и спиртовых, термометров, основанных на измерении электрического сопротивлении, и термопар- при этом измерение производится путем прикладывания прибора к наиболее горячему доступному месту нагретой части собранной машины. Термомометры должны быть быстродействующими.

При измерении температуры на поверхности надлежит принять меры, обеспечивающие возможно хорошую теплопередачу между измеряемым местом и измерительным прибором.

Для этого измеряемое место и измерительный прибор (головка термометра или сплава термопары) должны быть покрыты плохим проводником тепла (войлоком, ватой и пр.) и головка термометра должна быть обернута фольгой.

### п. Б. Метод электрического сопротивления.

Определение температуры по электрическому сопротивлению состоит в определении увеличения электрического сопротивления обмотки машины при нагреве.

Расчет температуры обмотки по электрическому сопротивлению следует вести по приведенным ниже формулам. Если обозначить через

$\theta_x$—температуру холодной обмотки в начале испытания

$R_x$—сопротивление » » » »

$R_н$—сопротивление нагретой обмотки

$\theta_о$—температуру охлаждающей среды,

то приняв температурный коэффициент меди равным $\frac{1}{235+\theta}$ можно определить повышение температуры в обмотке следующим образом:

$$\tau = \frac{R_н - R_х}{R_х} (235 + \theta) - (\theta_о - \theta_х).$$

При кратковременном испытании можно считать

$$\tau = \frac{R_н - R_х}{R_х} (235 + \theta_х).$$

В целях малого сопротивления, где спайка и соединения составляют значительную часть полного сопротивления, измерение температуры по методу сопротивления не должно применяться. Измерение по сопротивлению температуры обмотки якоря допускается лишь в электродвигателях, имеющих не более четырех полюсов.

Измерение сопротивления якоря следует производить со соблюдением следующих условий:

а) расстояние по коллектору, между измерительными контактами, приложенными к коллектору, при всех измерениях должно заключать в себе строго одно и то же количество коллекторных пластин;

б) вся поверхность коллектора, как цилиндрическая, так и торцовая, а также и канавки у гребня должны быть совершенно очищены от угольной пыли;

в) контакты, подводящие измерительный ток, должны быть медными;

г) измерение сопротивления должно быть произведено помощью мостика или точных вольтметра и амперметра, причем рекомендуется подобрать шунт амперметра и сопротивление вольтметра так, чтобы иметь большие отклонения стрелок обоих приборов.

## § 2. Измерение температуры охлаждающей среды во время испытания.

Для двигателей с естественным охлаждением температура окружающей среды во время испытания должна измеряться при помощи двух или нескольких термиметров, расположенных в различ-

ных местах вокруг машины, приблизительно, на половине ее высоты, на расстоянии от нее от 1 до 2 m. Термометры должны быть защищены от тяги воздуха и влияния лучистой теплоты.

В случае искусственной вентиляции температура охлаждающего воздуха должна измеряться у входного отверстия электродвигателя.

Температурой охлаждающей среды, как в первом, так и во втором случае, надлежит считать среднее из показаний термометра, отмеченных через равные промежутки времени в течение последней четверти времени испытания.

## § 3. Измерение температуры холодных обмоток (до начала испытаний) двигателя.

Измерение сопротивления холодных обмоток должно быть произведено с соблюдением следующих условий:

1) Измерение производить токами порядка 10 — 15 А. Для каждой обмотки произвести ряд последовательных, непосредственно следующих одно за другим измерений с примерно равными интервалами, причем для каждого последующего измерения несколько увеличивать значение тока.

2) Сопротивление холодной обмотки определить как начальную точку кривой, построенной на основании вышеуказанных изменений.

## § 4. Измерение температуры нагретых обмоток электродвигателя в момент его остановки.

Определение сопротивления (а следовательно и превышений температуры) полюсных обмоток в конечный момент работы двигателя не представляет особых затруднений.

Определение же сопротивления якоря в конечный момент его работы производится вышеуказанным образом. Отмечается время конечного момента якоря, после чего машина останавливается. Первый замер сопротивления якоря производится непосредственно после остановки, после чего через небольшие промежутки времени производятся еще несколько замеров. Отмечаются времена всех сделанных замеров и экстраполяцией определяется сопротивление обмотки якоря в конечный момент его работы.

Вообще говоря, если между конечным моментом работы двигателя и моментом измерения температуры частей его по детектору или по сопротивлению прошел промежуток времени, достаточный для заметного понижения температуры двигателя, то температура в конечный момент работы должна быть найдена путем экстраполяции кривой падения температур, построенной в функции времени для неработающего двигателя.

## § 5. Испытание электродвигателя на кратковременную мощность.

Испытание двигателя на часовую мощность может быть произведено, если температура двигателя не отличается от температуры охлаждающего воздуха. Отступление от нее допускается не более, чем на 3° С.

## § 6. Испытание электродвигателя на продолжительную мощность.

Испытание двигателя на продолжительную мощность может быть начато с холодной или прогретой машиной. Последний способ дает возможность весьма значительно сократить затрату времени на производство испытания, а потому имеет несомненные преимущества. Поэтому рекомендуется производить испытание машины на продолжительную мощность вслед за испытанием ее на часовую мощность, либо — после предварительного повышения ее температуры рационально выбранными перегрузками.

Испытание машины должно быть продолжено до тех пор, пока не будет достигнута температура установившегося режима.

Так как измерение температуры двигателя в конце испытания дает колеблющиеся результаты, то определение температуры установившегося режима может быть произведено графически.

Для этого превышение температуры $\tau$ измеряется через равные промежутки времени $\Delta t$ и прирост температуры $\Delta\tau$ откладывается в функции превышения температуры $\tau$. Продолжение кривой, проведенной через полученные, таким образом, точки, до пересечения с осью превышения температур $\tau$ определяет установившуюся температуру.

## § 7. Испытание электродвигателя на перегрузку.

Каждый двигатель должен быть испытан в течение 60 секунд током, равным удвоенному значению его часового тока. При этом двигатель не должен получить никаких либо механических повреждений, ни кругового огня и коллектор его не должен утратить способности к дальнейшие работе без какой-либо чистки и исправлений.

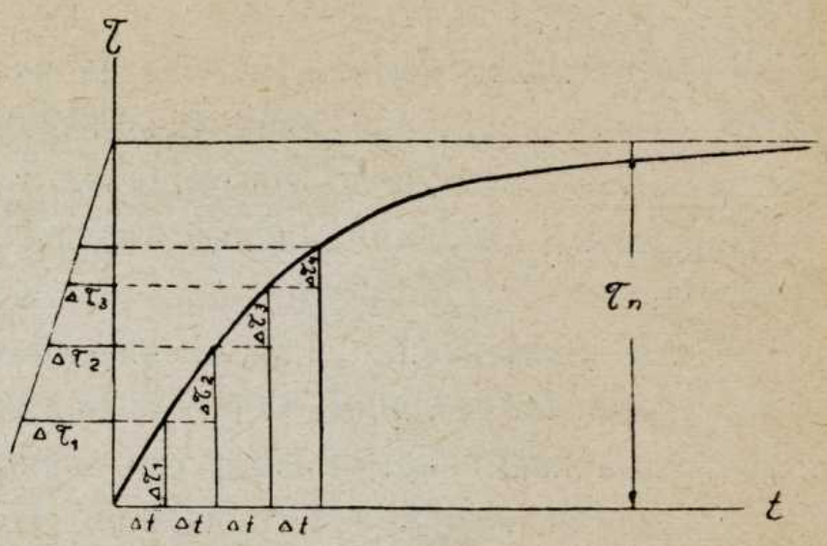



Рис. 1.

## § 8. Испытание электродвигателя на наибольшую допустимую скорость вращения.

Испытание двигателя на наибольшую допустимую скорость вращения должно быть произведено в течение двух минут, причем скорость вращения должно быть произведено в течение двух минут, при чем скорость вращения при испытании должна быть выше наибольшей допустимой скорости вращения гарантируемой фирмой на 10%.

После испытания двигатель не должен обнаруживать остаточных деформаций.

## § 9. Испытание двигателя на диэлектрическую прочность.

Испытание изоляции тягового двигателя должно быть произведено при превышении его температуры, данном в гл. § 1 п. Б настоящих норм. В виду этого испытание изоляции рекомендуется производить непосредственно после проверки часовой мощности.

Испытание изоляции производится синусоидальным переменным током той частоты, для которой построена машина, либо током, частотою в 50 периодов. Один из полюсов источника тока присоединяется к испытуемой обмотке, второй—к остальным обмот-

кам и корпусу машины, соединенным вместе. Обмотки, находящиеся в постоянном между собою соединении, во время испытания не разъединяются.

Испытательное напряжение после включения должно быть повышено постепенно до нормальной его величины, после чего должно быть поддержано постоянным в течение одной минуты.

Нормальная величина испытательного напряжения должна быть следующей:

а) для двигателей с наибольшим напряжением E относительно земли не превосходящим 5 000 V, испытательное напряжение принимается равным наибольшему из значений 3E и 2E + 1 000;

б) для двигателей с напряжением E относительно земли лежащим выше 5 000 V испытательное напряжение должно быть равно 2E + 10 000 V.

## § 10. Определение отдачи электродвигателя.

Методы опытного определения отдачи могут быть разбиты на 2 категории:

А) методы прямого определения (по полезной и подведенной мощности) и

Б) методы косвенного определения отдачи (по потерям).

### п. А. Метод прямого определения отдачи.

Опытное определение отдачи допускается лишь после того, как машина была в ходу в течение промежутка времени, достаточного для установления нормальной смазки ее подшипников.

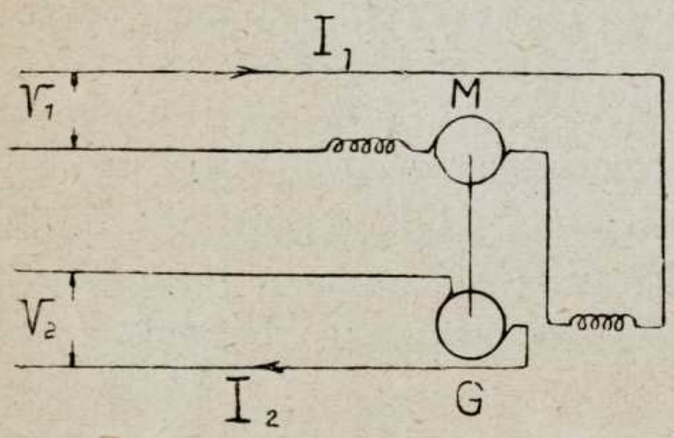



Рис. 2. M—электродвигатель. G—генератор.

При опытном определении отдачи методом прямого определения двигатель должен иметь температуру, лежащую приблизительно на 15° ниже предельной допустимой для него температуры.

В качестве метода прямого определения отдачи рекомендуется следующий метод. Двигатель и генератор включаются по нижеуказанной схеме. Для каждого значения тока в двигателе записываются показания:

напряжения у бортов двигателя
» » генератора
ток в якоре »

При работе по указанной схеме потери генератора почти равны потерям двигателя. Поэтому потери двигателя выразятся $\frac{V_1I_1 - V_2I_2}{2}$ а отдача двигателя выразится $I - \left(\frac{V_1I_1 - V_2I_2}{2V_1I_1}\right)$

$\frac{V_1I_1 + V_2I_2}{2V_1I_1}$ для тока I,

Этот способ может быть уточнен, если к потерям $V_1I_1 - V_2I_2$ прибавить разность омических потерь в якорях двигателя и генератора $r\ (I_1^2 - I_2^2) = r\ (I_1 + I_2)\ (I_1 - I_2)$ чтобы полнее уравнять потери в обоих машинах.

Тогда $\frac{V_1I_1 - V_2I_2 + r\ (I_1 + I_2)\ (I_1 - I_2)}{2}$ будет более точным выражением потерь двигателя, а отдача его выразится

$$\eta = 1 - \frac{V_1I_1 - V_2I_2 + r\ (I_1 + I_2)\ (I_1 - I_2)}{2V_1I_1} =$$

$$= \frac{V_1I_1 + V_2I_2 - r\ (I_1 + I_2)\ (I_1 - I_2)}{2V_1I_1}$$

**п. Б. Метод косвенного определения потерь.**

При определении потерь методом холостого хода можно руководствоваться приведенными ниже данными.

Потери в контактах угольных и графитных щеток могут быть расчитаны, исходя из падения напряжения в 1,5 V на каждую щетку без соединительных проводников. В щетках с соединительными проводниками то же падение может быть принято в 1 V.

Дополнительные потери, не поддающиеся непосредственному определению, могут быть оценены приблизительно нижеследующим процентом от подведенной мощности:

| | |
|---|---|
| для двигателей постоянного тока . . . . . | 1% |
| » » коллекторн. однофазных . . . . | 2% |
| » » асинхронных . . . . . | ½% |

Потери в шунтирующих реостатах при регулировке возбуждения сериесных двигателей постоянного тока должны быть включены в число потерь, учитываемых при определении отдачи, так как они неразрывно связаны с работой двигателя.

Потери на приведение в действие независимых вентиляторов в общую сумму потерь не включаются, но должны быть даны отдельно.

Потери в меди электродвигателя должны быть отнесены к температуре, лежащей на 15° С ниже предельной для него температуры, данной в § 5б главы Б.

В тех случаях, когда для двигателя трамвайного типа с одиночной зубчатой передачей необходимо дать коэффициент полезного действия, отнесенный к оси вагона или электровоза, для определения потерь в зубчатой передаче и осевых подшипниках, могут быть использованы нижеследующие данные, основанные на большом числе испытаний.

| Подведенная мощность в °/₀°/₀ от таковой при работе двигат. с часовой мощностью. | Потери в °/₀°/₀ от подведенной мощности. |
|---|---|
| 200 | 3,5 |
| 150 | 3,0 |
| 125 | 2,7 |
| 100 | 2,5 |
| 75 | 2,5 |
| 60 | 2,7 |
| 50 | 3,2 |
| 40 | 4,4 |
| 30 | 6,7 |
| 25 | 8,5 |

Примечание. Дальнейшее исследование вопроса о величине потерь в зубчатой передаче и осевых подшипниках может указать на желательность применения различных данных для двигателей с регулировкой возбуждения и без нее, а также для тихоходных и быстроходных двигателей.

## ГЛАВА IV.

### Приемочные и типовые испытания тягового электродвигателя.

§ 1 — испытания приемочные;

§ 2 — испытания типовые.

### § 1. Испытания приемочные.

1. Проверка характеристики—скорость и коэффициент полезного действия—в 5 точках при полном напряжении.

2. Проверка часовой мощности.

3. Проверка длительной мощности (на определенном проценте всех поставляемых двигателей).

4 Проверка на перегрузку.

5. Проверка диэлектрической прочности.

6. Проверка на наибольшую скорость.

Испытания 1-е, 4-е и 5-е производятся в обоих направлениях вращения.

Все приемочные испытания производятся с каждым принимаемым двигателем, за исключением испытания 3-го.

## § 2. Испытания типовые.

1. Определение характеристик двигателя—число оборотов, развиваемый момент, коэффициент полезного действия, как функции от силы тока—при полном и половинном напряжении, в пределах от наибольшей скорости до удвоенной часовой мощности.

2. Испытание двигателя на часовую мощность.

3. Испытание двигателя на длительную мощность при полном, $^3/_4$-ном, половинном и $^1/_4$-ном напряжении.

4. Испытание двигателя на перегрузку.

5. Испытание на диэлектрическую прочность.

6. Испытание на наибольшую скорость.

7. Разделение потерь (методом холостого хода, выбегом или другим) на потери в меди, в железе и на трение, при чем первые, как функции от силы тока, вторые—от силы тока и числа оборотов, третьи—от числа оборотов.

У двигателей с регулировкой возбуждения испытания 1-ое и 4-ое производятся при полном и ослабленном поле.

**Цена — 30 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.958 Тираж 1.700 экз. 1 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

*Проект.*

## Технические условия приемки батарей сухих элементов типа Лекланше для карманных фонарей *).

§ 1. Батарея для карманных фонарей должна состоять из 3-х элементов, соединенных последовательно.

§ 2. Наружные размеры батареи (без контактных пружин) должны быть 2×62×65 mm.; при этом в поперечном сечении батареи (21×62) края должны быть закруглены, с радиусом закругления 10,5 mm. Отступления в сторону увеличения допускаются не более 2 mm. в высоту и не более 1 mm в длину и ширину.

§ 3. Дата изготовления батареи должна быть ясно обозначена на самом корпусе, наряду с наименованием завода и каталожным названием батареи. Проставление даты на отрываемой бандероли не достаточно.

§ 4. Напряжение батареи, измеренное вольтметром с сопротивлением не менее 50 Ω на каждый вольт шкалы прибора, должно быть не выше 4,8 V и не ниже 4,35 V.

§ 5. Разрядная емкость батареи, поверяемая непрерывным разрядом на 15 Ω внешнего сопротивления до конечного напряжения 1,8 V, должна быть не менее 0,5 Ah.

§ 6. Для испытания, батарейки, по мере изготовления на заводе, делятся на группы по 1 000 шт. в каждой. Из каждой группы выбирается по одной батарейке, но не менее 5 батареек со всей принимаемой партии, которые подвергаются как электрическим испытаниям, так и поверке в отношении размеров, а также наружному осмотру

*) Печатается, как материал для обсуждения.

**Цена — 10 коп.**

Для членов Съезда—бесплатно.

Типография „Коминтерн" Центриздата народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.855. Тираж 1.700 экз.—1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

*Проект.*

## Основные нормы для производства телефонных аппаратов *).

Устанавливаются следующие типы телефонных аппаратов:

а) два типа аппаратов системы местной батареи с индукторным вызовом, городских: стенной и столовый.

б) два типа аппаратов системы местной батареи с индукторным вызовом, междугородных: стенной и столовый, при чем столовый, как специальный тип.

Примечание: Междугородные аппараты должны быть пригодными для параллельного включения в линию.

в) два типа аппаратов системы центральной батареи в металлическом кожухе, со звонком внутри аппарата, для станций, с ручным обслуживанием: стенной и столовый.

г) два типа аппаратов для автоматической системы станций в металлическом корпусе, со звонком внутри аппарата: стенной и столовый.

Все типы аппаратов с микротелефонами.

Нормализация отдельных частей касается микротелефона и индуктора, при чем устанавливаются:

а) основные размеры микротелефока:

1) расстояние между опорами для микротелефона и выточками на его рукоятке . . . . . 110±0,5 mm.

2) в вилке четырехконтактного штепселя:

расстояние между концами пальцев (шаг вилки) . . 11,1—11.2 mm

„ „ „ диаметр пальца . . . 5,4— 5,5 „

„ „ „ длина пальца . . . . . 18,3—18,5 „

3) в микротелефонном капсюле с защитною решеткою:

диаметр корпуса . . . . . 50,9—51,0 mm

глубина корпуса . . . . . 12,4—12,5 „

*) Печатается, как материал для обсуждения.

высота собранного капсюля, включая контакт не более . . . . . 16,5 mm

диаметр угольной мембраны . . . . . 48 ± 0,2 „

б) резьба в рукоятке и на оси индуктора № 0 по системе В. А. (Британской Ассоциации), шаг нарезки в 1 mm при диаметре . . . 6 mm

в) порядок присоединения шнура микротелефона к штепселю: два средних пальца вилки штепселя присоединять к телефону, а два крайних пальца—к микрофону.

В отношении схем стенных и столовых аппаратов устанавливаются:

1. нормальная схема для аппаратов системы местной батареи с индукторным вызовом «МЕГЭС» (схему и описание см. приложение 1-е).

2. нормальная схема для аппаратов системы центральной батареи «ЦЭГЕС» (схему и описание см. приложение 2-е).

3. Нормальная схема для аппаратов автоматической системы станций «АГЭС» (схему и описание см. приложение 3-е).

Для монтажного выполнения схем применять:

1. шнур розеточный пятижильный и шнур микротелефонный четырехжильный,

2. индукционную катушку с выведенными четырьмя концами обоих обмоток, не допуская общей точки между цепью телефона и микрофона,

3. два отдельных зажима для дополнительного звонка в стенном и столовом аппаратах,

4. два отдельных зажима для дополнительного телефона в стенном аппарате,

5. последовательное включение дополнительного звонка и телефона по отношению к основному звонку и телефону,

6. громоотводов ни на самом аппарате, ни в стенной розетке не ставить.

*Приложение I.*

## Описание нормальной схемы аппарата системы местной батареи с индукторным вызовом МЕГЭС.

В состав нормальной схемы аппарата системы местной батареи с индукторным вызовом входят следующие детали: 1) батарейные зажимы *Б*, к которым присоединяется батарея 2—3*в*, 2) микрофон *М*, 3) индукционная катушка *Инд. К.*, 4) телефон *Т*, 5) индуктор

с английским шунтом *Инд.*, 6) поляризованный звонок *Зв.*, 7) переключатель *Рч*, автоматически действующий от рычага или вилки аппарата, на которую подвешивается или кладется микротелефон, 8) линейные зажимы $Л_1$, $Л_2$, 9) зажимы для включения дополнительного звонка *Доп. Зв.*, 10) зажимы для включения дополнительного телефона *Доп. Т.*

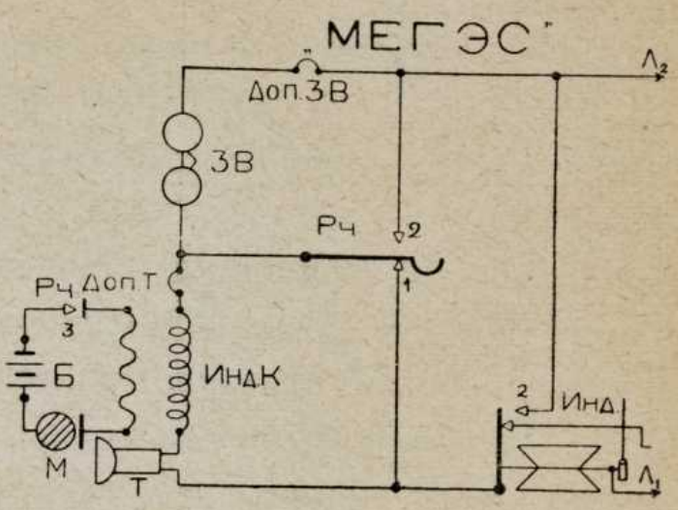



Рис. 1.

На схеме переключатель и рычаг совмещены в своем изображении.

А. В спокойном положении, когда микротелефон висит на рычаге, аппарат находится в состоянии готовности принять вызов с линии, и в аппарате мы имеем цепь звонка: $Л_2$, *Доп. Зв.*, *Зв.*, контакт *1 Рч.* и контакт *1 Инд.* и $Л_1$. Контактом *1 Рч.* шунтируются зажимы *Доп. Т.*, шунтируются вторичная обмотка индукционной катушки и телефон, а контактом 1 *Инд.* шунтируется обмотка индуктора.

Б. Для посылки вызова аппаратом на линию вращают рукоятку индуктора. При этом вторая ось индуктора получает автоматически небольшое продольное перемещение, показанное на схеме стрелкой: контакт *1 Инд.* размыкается и замыкается контакт *2 Инд.* Вследствие размыкания контакта *1 Инд.*, обмотка индуктора включается в линию и образуется цепь индуктора: $Л_2$, контакт *2 Инд.*, обмотка *Инд.*, и $Л_1$. Контактом *2 Инд.* шунтируются все остальные приборы аппарата, вместе с рычагом и поэтому безразлично, в каком положении находится рычаг *Рч.* или микротелефон при посылке вызова, снят он или повешен—безразлично. Вместе с прекращением вращения рукоятки индуктора ось возвращается в спокойное положение. Опять обмотка индуктора шунтируется, а остальные приборы включаются в линию.

В. Для разговора микротелефон снимается с рычага. Рычаг под действием пружины поднимается, вследствие чего размыкается контакт *1 Рч* и замыкаются контакты *2* и *3 Рч.*

При этом образуются две цепи.

Цепь телефона:

$Л_2$ контакт *2 Рч*, зажимы *Доп. Т.*, вторичная обмотка индукционной катушки *Т*, контакт *1 Инд.* и $Л_1$.

Цепь микрофона.

Батарея *Б*, контакт *3 Рч.* первичная обмотка индукционной катушки, микрофон *М* и батарея.

Контакт *2 Рч.* шунтирует звонок и зажимы *Доп. Зв.*, а контакты *1 Инд.*—обмотку индуктора—приборы, не нужные во время разговора.

Телефон и вторичная обмотка индукционной катушки, будучи последовательно соединенными, создают условия, при которых телефон полностью повторяет разговор, воспринимаемый микрофоном.

Г. По окончании разговора вращением рукоятки индуктора дается отбой, причем эта манипуляция, также как и при вызове, не обусловлена определенным положением рычага.

Повышением микротелефона на рычаг аппарат приводится в спокойное положение.

*Приложение 2.*

**Описание нормальной схемы аппарата системы центральной батареи „ЦЕГЭС".**

В состав нормальной схемы аппарата системы центральной батареи входят следующие детали:

1) Микрофон *М*;

2) индукционная катушка *Инд. К.*

3) телефон *Т*,

4) поляризованный звонок *Зв.*

5) кондесатор *Конд.*

6) переключатель *Рч.*, автоматически действующий от рычага или вилка аппарата, на которую подвешивается или кладется микротелефон.

7) линейные зажимы $Л_1$, $Л_2$;

8) зажимы для включения дополнительного звонка *Доп. Зв.*

9) зажимы для включения дополнительного телефона *Доп. Т.*

На схеме основная пружина переключателя и рычаг совмещены в своем изображении.

А. В спокойном положении, когда микротелефон висит на рычаге, аппарат находится в состоянии готовности принять вызов с линии и в аппарате мы имеем цепь звонка, состоящую: $Л_1$, *Доп. Зв.*, *Конд.*, *Зв.* и $Л_1$.

Конденсатор, входящий в цепь звонка, прерывает цепь для постоянного тока центральной батареи, поэтому при спокойном положении постоянный ток через аппарат не приходит.

Б. Для вызова центральной телефонной станции снимают микротелефон с рычага, вследствие чего в цепи звонка контактом 2 *Рч.* шунтируется конденсатор и контактом *1 Рч.* приключается цепь микрофона, контакт *1 Рч.*, микрофон, первичная обмотка индукционной катушки.

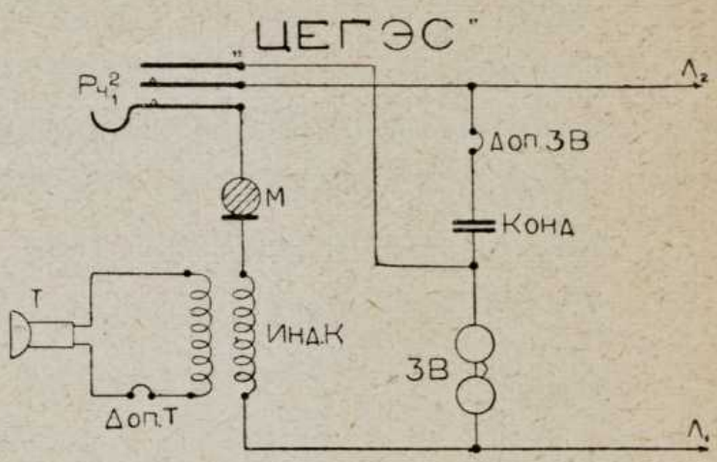



Рис. 2.

При образовании цепи микрофона в аппарате, ток от центральной батареи устремляется через сигнальное реле в линию, и приводит в действие вызывные сигналы станции и дает тем вызов.

В. Эта же цепь микрофона, вместе с цепью телефона, связанные магнитным потоком индукционной катушки, служат для передачи и приема разговора.

Цепь телефона: *Т*, зажимы *Доп. Т.* и вторичная обмотка индукционной катушки. Телефон, находясь во вторичной цепи индукционной катушки, защищен от действия постоянного тока центральной батареи.

Микрофон и первичная обмотка индукционной катушки, будучи последовательно соединенными, создают условия, при которых телефон полностью повторяет разговор, воспринимаемый микрофоном. Благодаря параллельному подключению звонка к цепи микрофона, в случае отсыпания порошка в микрофоне (при горизонтальном положении мембраны), сопротивление аппарата не может значительно увеличиться, что способствует надежному действию сигнальных реле на станции.

Г. По окончании разговора микротелефон подвешивается на рычаг; аппарат приходит в спокойное положение, при котором

в цепи аппарата снова оказывается конденсатор. Ток от центральной батареи по линии абонента прекращается. Станция по прекращению тока судит об окончании разговора—получает отбой.

*Приложение 3.*

## Описание нормальной схемы аппарата автоматической системы станции «АГЭС»

В состав нормальной схемы аппарата автоматической системы станций входят следующие детали:

1) микрофон *М.*

2) индукционная катушка *Инд. К.*

3) телефон *Т.*

4) поляризованный звонок *Зв.*

5) конденсатор *Конд.*

6) переключается *Рч*, автоматически действующий от рычага или вилки аппарата, на которую подвешивается или кладется микротелефон.

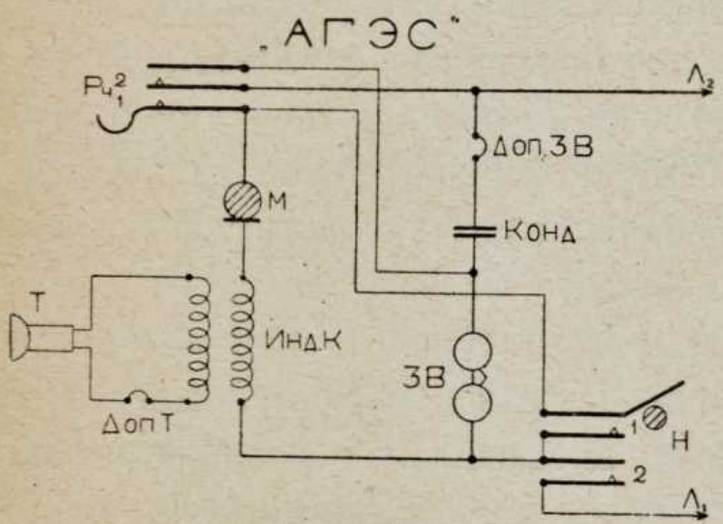



Рис. 3.

7) линейные зажимы $Л_1$, $Л_2$;

8) зажимы для включения дополнительного звонка *Доп. Зв.*

9) зажимы для включения дополнительного телефона *Доп. Т.*

10) номеронабиратель *Н.*

На схеме переключатель и рычаг совмещены в своем изображении.

А. В спокойном положении, когда микротелефон висит на рычаге и номеронабиратель стоит в начальном положении, аппарат находится в состоянии готовности принять вызов с линии и в аппарате мы имеем цепь звонка, состоящую: $Л_2$, *Доп. Зв.*, *Конд.*, *Зв.*, 2. *Н*, $Л_1$.

Конденсатор, входящий в цепь звонка, прерывает цепь для постоянного тока центральной батареи, поэтому при спокойном положении постоянный ток через аппарат не проходит.

Б. Для установления соединения с нужным номером снимают микротелефон с рычага и производят набор номера при помощи номеронабирателя.

Манипуляции набора заключаются в поворачивании диска номеронабирателя при помощи, напр., пальца до упора и последующего освобождения диска, пока он не займет положения покоя, при чем вставление пальца производится в такие отверстия номеронабирателя и столько раз, чтобы передать все буквы и цифры номера требуемого абонента в порядке, начиная слева направо.

Особенности работы номеронабирателя следующие:

1) когда номеронабиратель находится в положении покоя контакт *1. Н* разомкнут, а контакт *2. Н* замкнут;

2) при положении диска номеронабиратель вне положения покоя контакт *1. Н* все время замкнут и шунтирует внутреннюю схему аппарата;

3) при наборе номера контакт *2. Н* дает соответствующее передаваемой цифре число размыканий;

4) до снятия микротелефона диск не должен поворачиваться.

При снятом микротелефоне и спокойном положении номеронабирателя в цепи звонка контактом *2. Рч* шунтируется конденсатор и контактом *1. Рч* приключается параллельно к звонку цепь микрофона:

*1. Рч*, микрофон, первичная обмотка индукционной катушки.

В. Цепь микрофона, вместе с цепью телефона, связанные магнитным потоком индукционной катушки, служат для передачи и приема разговора.

Цепь телефона: *Т*, зажимы *Доп. Т* и вторичная обмотка индукционной катушки.

Микрофон и первичная обмотка индукционной катушки, будучи последовательно соединенными, создают условия, при которых телефон полностью повторяет разговор, воспринимаемый микрофоном. Благодаря параллельному подключению звонка к цепи микрофона, в случае отсыпания порошка в микрофоне (при горизонтальном положении мембраны), сопротивление аппарата не может значительно увеличиться, что способствует надежному действию реле на станции.

Г. По окончании разговора микротелефон подвешивается на рычаг, аппарат приходит в спокойное положение, при котором в цепи аппарата снова оказывается конденсатор. Ток от центральной батареи прекращается и установленное соединение между абонентами нарушается.

---

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.853. Тираж 1.700. 1/2 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

*Проект.*

## Технические условия на поставку патронов типа Бозе на 0,25 А к предохранителям в цепях слабого тока *).

§ 1. Патроны типа Бозе изготовляются на номинальную силу тока 0,25 ампера, каковая сила тока должна быть проставлена на патроне.

§ 2. Патроны изготовляются ввиде стеклянных трубочек с металлическими, никкелированными наконечниками, которые должны быть плотно приклеены к стеклянным трубочкам. Внутри трубочки помещается мостик из легкоплавкого сплава, поддерживаемый натянутыми спиральными пружинками.

Толщина стенки стеклянной трубочки должна быть не менее 1 mm

§ 3. Длина патронов с наконечниками должна быть:

1. Для патронов с наконечниками, в виде колпачков, одного из трех размеров:

а) 54 mm $\pm$ 1 mm

б) 47 mm $\pm$ 1 mm

в) 43 mm $\pm$ 1 mm при диаметре колпачка 7 mm $\pm$ 0,5 mm

2. Для патронов с ножевыми контактами 50 mm $\pm$ 1 mm при диаметре колпачка 8 mm $\pm$ 0,5 mm.

§ 4. Сопротивление патронов должно быть не свыше 16 омов.

§ 5. При силе тока, пониженной против номинальной на 30%, патроны не должны плавиться в течение 5-ти минут по включении тока.

§ 6. При номинальной силе тока патроны должны плавиться в течение промежутка времени не более 12 секунд по включении тока.

Примечание: Пять процентов всех испытываемых патронов могут расплавиться не дольше как через 15 секунд с момента включения тока.

*) Печатается, как материал для обсуждения.

§ 7. По расплавлении пружинки, поддерживающие мостик, должны сжаться настолько, чтобы между их концами получалось расстояние не менее 10 mm

§ 8. При приемке отбирается на испытание 2% от всего количества при партиях до 10.000 штук, но во всяком случае не менее 10 штук, и 1½% при партиях, превышающих 10.000 штук.

§ 9. Отобранные патроны подвергаются следующим испытаниям:

а) проверяется конструкция и размеры патронов по § 3,

б) измеряется сопротивление патронов по § 4,

в) для 40% отобранных патронов измеряется время по § 5,

г) для 60% отобранных патронов измеряется время по § 6,

д) у расплавившихся патронов поверяется расстояние между концами спиральных пружинок по § 7.

Примечание: Испытания по п.п. б, в и г производятся при комнатной температуре (15—20°С).

§ 10. Если при испытании хотя один патрон не удовлетворит настоящим условиям, то вся партия бракуется.

§ 11. Если партия патронов будет принята, поставщик обязан израсходованные при испытаниях патроны заменить новыми.

§ 12. Поставщик обязан предоставить приемщику все необходимые для испытания приборы.

---

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул, 1,
Ленинградский Гублит № 38.771. Тираж 1.700 экз. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центральнаго Электротехническаго Совета*

*Проект.*

## Технические условия на поставку плавких патронов на 2 А к предохранителям в цепях слабого тока *).

§ 1. Плавкие патроны изготовляются на номинальную силу тока 2 А, каковая сила тока должна быть проставлена на патроне.

§ 2. Патроны изготовляются в виде стеклянных трубочек с металлическими никкелированными наконечниками, которые должны быть плотно приклеены к стеклянным трубочкам. Внутри трубочек помещается плавкая проволочка.

Толщина стенки стеклянной трубочки должна быть не менее 1 мм.

§ 3. Длина патронов должна быть:

1. для патронов с наконечниками, в виде колпаков, одного из трех размеров:

а. 54 mm $\pm$ 1 mm
б. 47 mm $\pm$ 1 mm
в. 43 mm $\pm$ 1 mm

При диаметре колпачка 7 mm $\pm$ 0,5 mm

2. для патронов с ножевыми контактами 50 mm $\pm$ 1 mm при диаметре колпачка 8 mm $\pm$ 0,5 mm

§ 4. Сопротивление патронов должно быть не выше 6 омов.

§ 5. При силе тока, пониженной против номинальной на 30%, патроны не должны плавиться в течении 5-ти минут по включении тока.

§ 6. При номинальной силе тока патроны должны плавиться в течение промежутка времени не более 1 секунды, по включении тока.

Примечание: Пять процентов всех испытываемых патронов могут расплавиться, но не дольше как через 2 секунды с момента включения тока.

---

*) Печатается как материал для обсуждения.

§ 7. По расплавлении патроны должны давать полный и надежный разрыв цепи.

§ 8. При приемке отбирается на испытание 2% от всего количества при партиях до 10.000 штук, но во всяком случае не менее 10 штук, и 1½% при партиях превышающих 10.000 штук.

§ 9. Отобранные патроны подвергаются следующим испытаниям:

а. проверяется конструкция и размеры патронов по § 3,

б. измеряется сопротивление патронов по § 4,

в. для 40% отобранных патронов измеряется время по § 5,

г. для 60% отобранных патронов измеряется время по § 6.

Примечание: Испытания по п.п. б, в и г производятся при комнатной температуре (15—20°С).

§ 10. Если при испытании хотя один патрон не удовлетворит настоящим условиям, то вся партия бракуется.

§ 11. Если партия патронов будет принята, поставщик обязан израсходованные при испытаниях патроны заменить новыми.

§ 12. Поставщик обязан предоставить приемщику все необходимые для испытания приборы.

---

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда бесплатно.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.774. Тираж 1.700 экз. 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Центрального Электротехнического Совета.*

*Проект.*

## Технические условия на пресшпан *).

§ 1. Нижеследующие технические условия имеют в виду пресшпан, предназначающийся для электротехнических целей.

Выпускаемый на рынок пресшпан может быть подразделен на три класса:

1. Твердый пресшпан. Плотностью от 1,15 и выше (применяемый в высоковольтных машинах и механизмах),
2. Мягкий пресшпан. Плотностью от 0,85 до 1,15 (для конструкций, погружаемых в масло, а также для механизмов работающих при низком напряжении).
3. Пропитанный пресшпан (для специальных целей).

§ 2. Пресшпан должен доставляться ровно обрезанными листами или рулонами. Поверхность пресшпана должна быть гладкой и не иметь никаких наружных изьянов, как-то: надрезов, заусениц, расслоений, покороблений, вдавлин, вкраплений инородных материалов и т. д. Листы должны быть однородны по толщине. Отклонение от номинальной толщины не должно быть больше:

для листов толщиной до 1 mm $\pm 10\%$
и свыше 1 mm $\pm 5\%$.

§ 3. При приемке пресшпан после наружного осмотра подвергается следующим испытаниям:

а) Определение толщины.
в) Определение электрической прочности.
с) Определение прочности на растяжение.
д) Определение кислотности.

---

*) Печатается, как материал для обсуждения.

Для означенных испытаний отбирается не меньше одного пробного листа от каждой полной и неполной сотни листов каждой партии и не меньше одного пробного метра от каждой полной и неполной сотни метров прессшпана в рулонах.

§ 4. Определение толщины.. Толщина измеряется микрометром, имеющим фрикцион (или трещетку) и допускающим измерение с точностью до 0,01. Должно быть произведено не менее 10 измерений над каждым пробным листом, причем измерения должны производиться в точках по возможности равномерно распределенных по всей поверхности листа. Отклонение толщины от номинальной не должно превышать вышеуказанных допусков.

§ 5. Определение электрической прочности. Для определения электрической прочности прессшпана должен применяться трансформатор, имеющий мощность не менее 3kVA при напряжении до 50 kV и не менее 7 kVA, при напряжении до 100 kV. Частота испытательного напряжения должна быть в пределах от 40 до 60 периодов в секунду. Форма кривой вторичного напряжения должна быть практически синусоидальна.

Форма электродов. Для испытания должны применяться электроды в форме плоских дисков, имеющих диаметр равный 40 mm и толщину 10 mm. Края электродов должны быть закруглены радиусом $2^1/_2$ mm.

Образцы. Для испытания применяются образцы в форме квадратных пластин таких размеров, чтобы на каждом образце могло бы быть произведено по пяти пробоев. Рекомендуется выбирать следующие размеры:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Для | толщин | | | до 1 | mm | — 200 × 200 | mm |
| » | » | от | 1 | до 2 | » | — 350 × 350 | » |
| » | » | » | 2 | » 3 | » | — 450 × 450 | » |
| » | » | » | 3 | » 4 | » | — 600 × 600 | » |
| » | » | » | 4 | » 5 | » | — 800 × 800 | » |

Перед испытанием образцы выдерживаются в течение 24-х часов в нормальных комнатных условиях, т. е. при относительной влажности 60—75% и температуре 15—25°C.

Величина пробивного напряжения определяется или непосредственно по вольтметру, включенному на стороне высокого напряжения или по первичному напряжению трансфор-

матора, помноженному на эффективный коэффициент трансформации.

Порядок производства испытания. При испытании быстро поднимают напряжение до $^2/_3$ ожидаемого для данной толщины предела электрической прочности и затем увеличивают напряжение ступенями, составляющими 5% от пробивного напряжения, выдерживая на каждой ступени по 15 секунд.

Для пресшпана толщиной до 2 mm испытываются по три образца, взятого из каждого пробного листа или метра партии, причем на каждом образце производится по пять пробоев. За пробивное напряжение принимается среднее арифметическое из 16 пробоев.

Для толщины выше 2 mm берется один образец, на котором производят также пять пробоев и определяют среднее из пяти пробоев.

Определенная таким образом электрическая прочность должна быть для пресшпана не ниже следующих величин:

| Толщина в mm | Пробивное напряжение. | |
|---|---|---|
| | Твердый. | Мягкий. |
| 0,1 | 1 000 | 900 |
| 0.2 | 2 000 | 1 800 |
| 0,3 | 3 000 | 2 100 |
| 0,4 | 4 000 | 3 600 |
| 0,5 | 5 000 | 4 500 |
| 0,6 | 6 000 | 5 400 |
| 0,7 | 7 000 | 6 300 |
| 0,8 | 8 000 | 7 200 |
| 0,9 | 8 900 | 8 000 |
| 1 | 9 500 | 8 500 |
| 1,5 | 13 000 | 11 500 |
| 2 | 16 000 | 14 500 |

Отдельные значения пробивного напряжения не должны быть ниже предписанных для данной толщины более чем на 10%.

Для толщины пресшпана выше 2 mm и до 5 mm прирощение пробивного напряжения на 1 mm должно быть не менее 5 000 V. Пробивное напряжение для толщин более 5 mm не нормируется,

Допустимые пробивные напряжения для пропитанного пресшпана, если величина их не оговорена специальным условием с фирмой принимаются равными пробивному напряжению для твердого пресшпана.

§ 6. Определение прочности на растяжение. Для испытания может применяться любая испытательная машина, скорость движения захватов у которой может регулироваться таким образом, чтобы образец разорвался в срок около 2-х минут.

Форма и число образцов. Для испытания от пробного листа отрезаются по 5 образцов размера 225×25 mm. До испытания образцы должны находиться в условиях комнатной влажности не менее 24-х часов.

Прочность на разрыв, определенная как среднее из пяти испытаний, должна быть не менее следующих величин:

Для твердого прессшпана:

| Толщина. | Прочность. Вдоль прокатки. | Поперек прокатки. |
|---|---|---|
| 0,1—1 mm | 550 kg/cm² | 300 kg/cm² |
| —5 „ | 400 „ | 250 „ |

Для мягкого прессшпана:

| Толщина. | Прочность. Вдоль прокатки. | Поперек прокатки. |
|---|---|---|
| 0,1—1 mm | 500 kg/cm² | 250 kg/cm² |
| —5 „ | 350 „ | 200 „ |

§ 7. Отсутствие кислот. Для установления отсутствия кислотности нарезают маленькими кусочками 10 g сухого прессшпана, затем материал загружается в коническую колбу объемом 250 cm² и туда доливается 200 cm² дестиллированной воды. Содержимое кипятится в течение одного часа. Охлажденный раствор фильтруется. Нерастворимый осадок дважды промывается 75 cm³ теплой воды и этот фильтрат испытывается метил-оранжем. Фильтрат не должен показывать кислотности.

---

**Цена — 10 коп.**

**Для членов Съезда—бесплатно.**

Типография „Коминтерн" Центриздата народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.773. Тираж 1.7000 экз. 1/4 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Проект.*

## ПОЛОЖЕНИЕ О ВСЕСОЮЗНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СЪЕЗДАХ.

### I. О Всесоюзных Электротехнических Съездах (ВЭС).

§ 1. Всесоюзные Электротехнические Съезды представляют собою постоянно действующее, в лице Постоянного Комитета Съездов, учреждение, собрания членов которого созываются периодически, каждый раз с надлежащего разрешения в установленном порядке и организуются Постоянным Комитетом Съездов.

§ 2. Всесоюзные Электротехнические Съезды имеют целью:

а) рассмотрение вопросов, связанных с планом электрификации Союза в связи с реконструкцией Народного Хозяйства на базе широкого использования энергетических рессурсов Союза;

б) рассмотрение и обсуждение технических и экономических вопросов в области электроснабжения и электростроительства и применения электрической энергии в различных отраслях народного хозяйства;

в) выяснение состояния электротехнической промышленности СССР и изыскание условий и установление мер для ее успешного развития;

г) выяснение состояния электротехнического образования в СССР и изыскание мер для его успешного развития;

д) ознакомление членов Съезда с новейшими научно-техническими и экономическими достижениями в области электричества и его применений.

§ 3. Членами Всесоюзных Электротехнических Съездов могут быть:

а) лица, командируемые правительственными, хозяйственными и профессиональными учреждениями и организациями, имеющими отношение к электротехническому делу;

б) члены научных, технических и экономических обществ;

в) а также по приглашению или с согласия Постоянного Комитета Съездов лица, занимающиеся практическою и научною деятельностью в области электротехники.

§ 4. Занятия Съездов состоят в рассмотрении докладов, в вынесении постановлений по вопросам, обсуждаемым на Съезде.

§ 5. Во время Съездов могут быть устраиваемы выставки, осмотры технических сооружений, экскурсии и т. п., а также может издаваться дневник Съезда.

§ 6. Всесоюзные Электротехнические Съезды созываются не реже, чем через каждые два года. Место и время созыва очередного Съезда определяются предыдущим Съездом.

Занятия Съезда продолжаются не более 12 дней.

§ 7. Президиум Съезда избирается общим собранием Съезда по предложению Постоянного Комитета Съездов.

§ 8. Средства Съездов составляются из членские взносов, сумм, ассигнуемых по госбюджету, и из других поступлений. Распоряжение средствами Съездов предоставляется Постоянному Комитету Съездов.

Отчет о расходовании денежных сумм докладывается Съезду в одном из первых общих собраний Съезда и проверяется ревизионной комиссией из трех лиц, избранных в том же заседании.

Результаты ревизии докладываются в одном из последующих общих собраний.

§ 9. Размер членского взноса определяется Постоянным Комитетом.

## II. О Постоянном Комитете Всесоюзных Электротехнических Съездов

(П. К. В. Э. С.)

§ 10. Для подготовки и организации Всесоюзных Электротехнических Съездов учреждается Постоянный Комитет Всесоюзных Электротехнических Съездов.

§ 11. Постоянный Комитет ВЭС является исполнительным органом ВЭС в промежутки между Съездами.

§ 12. На Постоянный Комитет ВЭС возлагается:

а) подготовка материалов и докладов, подлежащих обсуждению на ВЭС;

б) организация ВЭС;

в) исполнений постановлений, выносимых ВЭС;

г) издание трудов ВЭС;

д) ведение отчетности и переписки по делам ВЭС;

е) представительство ВЭС в правительственных и профессиональных общественных учреждениях по делам, входящим в компетенцию Съездов;

ж) получение и расходование денежных сумм, принадлежащих ВЭС.

§ 13. Постоянный Комитет ВЭС состоит из 15 членов и 8 кандидатов, из коих 7 членов и 4 кандидата являются лицами, назначаемыми правительственными и профессиональными учреждениями, указанными ниже, и 8 членов и 4 кандидатов, избираемых на общих собраниях ВЭС из числа членов Съезда.

§ 14. Право на назначение членов Постоянного Комитета ВЭС предоставляется нижеследующим учреждениям:

| | | |
|---|---|---|
| а) Госплану СССР . . . . . | 2 чл. | и 1 канд. |
| б) Главн. Электротехнич. Управл. ВСНХ СССР. | 2 « | « 1 « |
| в) Центральному Электротехническому Совету . | 2 « | « 1 « |
| г) В. Ц. С. П. С. . . . . | 1 « | « 1 « |

§ 15. Постоянный Комитет ВЭС имеет пребывание в Москве. Из числа членов Комитета, проживающих в Ленинграде, образуется Ленинградское Отделение Постоянного Комитета ВЭС.

§ 16. Постоянный Комитет ВЭС сохраняет свои полномочия до избрания нового состава следующим Съездом и назначения новых представителей учреждениями, указанными в § 14. В случае, если указанные учреждения не уведомят в течение месяца после избрания нового состава Комитета о назначении новых лиц, ранее назначенные представители остаются членами Постоянного Комитета нового состава.

§ 17. Для ведения текущей работы Постоянного Комитета ВЭС общее собрание членов Комитета избирает Президиум Постоянного Комитета в числе 5 лиц: Председателя, двух заместителей, секретаря и зам. секретаря. Один из заместителей Председателя избирается из состава Ленинградских членов Постоянного Комитета.

§ 18. Заседания Пленума Постоянного Комитета ВЭС происходят по мере созыва таковых Президиумом Комитета, но не менее одного раза в каждые два месяца. В промежутках между пленумами Постоянного Комитета, Президиум Комитета ведет дела от имени Пленума Комитета на основании особой инструкции, утверждаемой Пленумом Постоянного Комитета.

§ 19. Постоянный Комитет ВЭС намечает программу работ следующего Съезда в соответствии с постановлениями предыдущего Съезда, а также по своей инициативе назначает докладчиков по особо важным вопросам электротехники как техническим, так и экономическим, а также рассматривает представленные на Съезд доклады членами Съезда или другими лицами.

§ 20. Постоянному Комитету ВЭС предоставляется право ставить на обсуждение Съездов лишь те доклады, которые он признает необходимым. В случае протеста авторов докладов, не поставленных ни обсуждение Съезда, вопрос разрешается Президиумом следующего Съезда.

§ 21. Постоянному Комитету ВЭС предоставляется право оплачивать доклады, изготовляемые по его поручению, а также доклады, предоставленные авторами по собственной инициативе, если Постоянный Комитет признает это необходимым, в пределах ассигнуемых для этой цели средств.

§ 22. При Постоянном Комитете ВЭС состоит служебный аппарат в пределах ассигнуемых на это средств.

§ 23. Постоянный Комитет ВЭС представляет отчеты о своей деятельности очередному ВЭС.

## III. В Местном Бюро.

§ 24. Для подготовительных работ на месте предстоящего Съезда Постоянный Комитет избирает Местное Бюро, состоящее из Председателя и четырех членов Местного Бюро. На обязанности Местного Бюро лежат: ведение дела по местной организации Съезда, заботы о помещении для его собраний, об устройстве выставки, если таковая будет устроена вообще, об организации осмотров и посещений, хозяйственные и административные вопросы. Местное Бюро в своих действиях и хозяйственных распоряжениях руководствуется указаниями Постоянного Комитета,

§ 25. При созыве Съезда в Москве и в Ленинграде Местное Бюро не учреждается. Функции Местного Бюро в Ленинграде выполняет Ленинградское Отделение Постоянного Комитета.

§ 26. Перед началом занятий Съезда Постоянный Комитет открывает свои действия на месте предстоящего Съезда, при чем члены Местного Бюро входят в состав Постоянного Комитета на время деятельности Съезда.

Типография „Коминтерн“ Центриздата Народов СССР. Красная 1.
Ленинградский Гублит № 38.431. Тираж 1.700. 1¼ л.

**Цена—10 коп.**

**Членам Съезда—бесплатно.**

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Президиума Совета.*

## РАБОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА.

Центральный Электротехнический Совет учрежден в 1918 г. Доклад VIII Всероссийскому Электротехническому Съезду о работах Совета за первые три года его существования помещен в Выпуске 1-ом Трудов VIII Съезда [1]).

Являясь организацией, в которой рассматриваются важнейшие вопросы нашего электротехнического хозяйства: научно-технические, практического строительства и экономические, и которая, в период между Съездами, разрабатывает правила, стандарты и нормы, а также одобряет выдвигаемые другими учреждениями по требованиям жизни правила и нормы в области электротехники, Центральный Электротехнический Совет считает необходимым представить очередному Съезду как вышеуказанные правила, нормы и стандарты, так и краткий очерк всех главнейших работ, выполненных Советом за последние 6 лет.

В течение отчетного периода, и особенно за два последние года—работа ЦЭС'а значительно расширилась и углубилась.

В связи с этим, в составе Совета в 1924 году, в дополнение к трем основным Секциям: I—Сильных Токов, II—Промышленной (бывш. фабрично-заводская) и III—Слабых Токов, были образованы две новые Секции: IV—Гидротехнического и общего строительства в электротехнических сооружениях и V—Научно-исследовательская.

Основная задача учреждения V Секции—объединение научно-исследовательской работы в области электропромышленности на заводах и в научных Институтах. Организационно задача эта облегчалась тем, что ЦЭС одновременно является советом Элек-

---

[1]) «Центральный Электротехнический Совет за три года его существования»—доклады проф. П. С. Осадчего, проф. М. А. Шателена и инж. А. Г. Когана. Труды VIII Всероссийского Электротехнического Съезда в Москве 1—10 Октября 1921 года. Выпуск 1, стр. 128.

тропромышленности Научно-Технического Управления ВСНХ СССР, в ведении которого находятся научно-исследовательские Лаборатории и Институты.

Необходимо отметить, что за последнее время, наряду с работами по вопросам электротехнического строительства, электротехнической промышленности, нормативным и научно-техническим, особенно усилилась планово-экономическая деятельность Совета, в связи с рассмотрением планов электрификации отдельных районов и проектов крупных электрических станций, а также работы по отдельным экспертизам и консультациям по заданиям ведомств и учреждений. Большая часть проектов крупных районных станций по плану ГОЭЛРО рассматривалась в ЦЭС'е и получала технико-экономическую оценку. Кроме того, ЦЭС'у приходилось делегировать своих представителей для производства экспертизы на месте, как, например, в Баку по вопросу об электрификации Бакинского района, в Тифлис, для обследования Земо-Авчальской станции, на Волховстрой.

В области электротехнической промышленности ЦЭС принимал участие в организационных вопросах. В 1922 и 1923 г. в ряде специально созванных ЦЭС'ом совещаний с представителями Главэлектро, Электротехнических Трестов и других заинтересованных трестов и учреждений, путем разработки конкретных мероприятий в области организационных форм производства, выявления потребностей нашего рынка, калькуляции производства и сравнения стоимости нашей продукции с иностранной, были разрешены вопросы о постановке производства в Союзе предметов электрического оборудования, как например, высоковольтных изоляторов, электрических ламп накаливания, динамного и трансформаторного железа, необходимого для русского электро-машиностроения и других изделий.

*Примечание № 1.*

## Список правил и норм, вносимых ЦЭС на рассмотрение IX Всесоюного Электротехнического Съезда.

1. Правила безопасности и Правила устройства для электротехнических сооружений сильных токов низкого и высокого напряжений.

2. Правила эксплоатации электротехнических устройств сильных токов.

3. Правила бесопасности для электротехнических сооружений на рудниках.

4. Правила безопасности для электротехнических сооружений на нефтяных промыслах.

5. Правила и Нормы для электротехнических устройств на судах торгового флота.

6. Руководящие указания по устройству электротехнических установок в сельских местностях.

7. Нормы на освинцованные силовые кабели.

8. Правила искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и других рабочих и служебных помещений.

9. Нормы искусственного освещения для лечебных заведений.

10. Нормы и Правила испытания для русских электрических ламп накаливания.

11. Технические условия на фарфоровые изоляторы для высоких напряжений.

12. Технические условия на поставку нефтяного масла для трансформаторов и высоковольтных выключателей.

13. Нормы механического расчета электрических воздушных линий сильного тока.

14. Правила устройства и нормы для однополюсных коробчатых выключателей до 6 A, 250 V.

15. Правила устройства и нормы для незащищенных двухполюсных штепсельных розеток и штепселей до 6 A, 250 V.

16. Правила устройства и нормы для незащищенных двухполюсных штепсельных розеток и штепселей до 10 A, 250. V.

17. a) Нормы для меди Международной Электротехнической Комиссии.

18. О включении в стандартные нормы устройств для передачи и распределения электрической энергии переменными токами напряжения в 500 V.

19. Технические условия на поставку приемных электронных ламп типа P—5.

20. Технические условия на поставку приемных электронных ламп типа „Микро“.

21 Технические условия на нормальные речные телеграфные кабели с изоляцией из вулканизированной резины.

22. Технические условия на нормальные изолированные проводники связи с изоляцией из пряжи.

23. Технические условия на нормальные изолированные проводники с изоляцией из эмали.

24. Технические условия на одножильные кабели для ввода в здание проводников связи.

25. Технические условия на шнуры в общей оплетке.

26. Руководящие указания по борьбе с перенапряжениями в электрических установках.

27. Руководящие указания по устройству заземлений электрических установок высокого напряжения.

28. Руководящие положения по оказаниию первоначальной помощи потерпевших от электрического тока.

29. Инструкция по ремонту линий связи и исправлению случайных повреждений на линиях связи, находящихся в сфере влияния высоковольтных линий электропередач и о мерах предосторожности при производстве этих работ.

30. Инструкция по устройству вводов и оборудованию контрольных пунктов на линиях связи, находящихся в сфере влияния высоковольтных линий электропередач.

31. Инструкция по периодическим наблюдениям за линиями связи, находящимися под влиянием линий электропередачи, и способы определения мест повреждения их.

32. Нормы для испытания электрических машин.

33. Нормы для испытания трансформаторов.

34. Таблицы нормирования размеров установочных изделий.

а) Эдисоновская винтовая резьба Е 10, 14, 27, 33, 40.

б) Пример патрона с нормальной Эдисоновской нарезкой.

в) Фарфоровый предохранитель на 10 А, 250 V, 25, А, 500 V и 60 А, 500 V.

г) Плавкие предохранительные вставки и контактные винты к ним от 6 А до 25 А, 500 V.

д) Плавкие предохранительные вставки и контактные винты к ним от 0,5 А до 10 А, 250 V.

е) Плавкие предохранительные вставки и контактные винты к ним от 6 до 60 А, 500 V.

ж) Однополюсный выключатель 4—6 А, 250 V; однополюсный переключатель 2—4 А, 250 V. Размеры цоколя.

з) Штепсельная розетка без предохранителя 6 А, 250 V.

и) Штепсельная розетка без предохранителя 10 А, 250 V.

к) Штепсельная вилка 6 А, 250 V.

л) Штепсельная вилка 10 А, 250 V.

м) Зажимные винты для установочных изделий на силы тока от 2 до 60 А и от 100 до 200 А.

н) Зажимной болт для установочных изделий на силу тока до 200 А.

о) Резьба для взаимно незаменяемых контактных винтов к предохранителям с закрытыми плавкими вставками.

п) Резьба для ниппеля.

35. Таблицы нормированных размеров цоколей ламп и патронов.

а) Цоколь лампы с Эдисоновской резьбой 10 Е для напряжений до 24 V.

б) Цоколь лампы с Эдисоновской резьбой Е 14.

в) Цоколь лампы с Эдисоновской резьбой Е 27.

г) Цоколь лампы с Эдисоновской резьбой Е 40.

д) Патрон и цоколь лампы Свана.

Кроме того, на рассмотрение и утверждение IX ВЭС вносятся следующие Правила и Нормы ЦЭС, напечатанные во втором издании «Сборника Электротехнических Правил и Норм» 1927 года.

1. Правила безопасности для электротехнических сооружений на торфяных разработках. Стр. 101—108.

2. Правила безопасности и правила устройства для электротехнических установок в театрах, цирках, кинематографах и им подобных помещениях для общественных собраний. Стр. 108—116.

3. Наставления для обращения с электрическими проводами и принадлежностями при тушении пожаров. Стр. 117—126.

4. Стандартные нормы устройств для передачи и распределения электрической энергии постоянным током. Стр. 135—137.

5. Технические Условия на стеклянные колбы, трубки и палочки для изготовления пустотных электрических ламп. Стр, 180—184.

6. Нормы для конструирования и испытания установочного материала. Стр. 206—248.

7. Правила устройстта и испытания электрических нагревательных приборов. Стр. 249—262.

8. Основные положения для электротехнического оборудования рудничных установок. Стр. 299.

9. Временные технические условия на сырые материалы, применяемые при изготовлении высоковольтных фарфоровых изоляторов. Стр. 336—337.

10. Руководящие указания для сортировки и выбора слюды для электротехнических целей. Стр. 355—359.

11. Нормы для пересечения телеграфных и телефонных линий линиями передачи энергии. Стр. 384—385.

12. Нормы для пересечения линиями передачи энергии железнодорожных линий, судоходных рек и каналов, шоссейных и грунтовых доров и бечевников. Стр. 386—390.

В качестве материалов, подлежащих обсуждению на IX ВЭС ЦЭС'ом вносятся следующие проекты Норм и Правил:

1. Технические условия на пресшпан.

2. Основные нормы для производства телефонных аппаратов.

3. Технические условия приемки батарей сухих элементов типа Лекланше для карманных фонарей.

4. Технические условия на поставку патронов типа Бозе на 0,25 А к предохранителям в цепях слабого тока.

5. Технические условия на поставку плавких патронов на 2 А, в цепях слабого тока.

*Приложение № 2.*

## Список Главнейших Проектов Электрических Станций и Отдельных Технических Вопросов, рассмотренных ЦЭС'омс 1921—1627 г.

### 1921 г. (XIV Сессия Пленума ЦЭС).

1. Проект Кизеловской электрической станции.

2. Проект дублированных электрических станций в Донбассе, в антрацитовом районе и в районе тощих углей Смоскинский район.

3. Проект использования группы станций Екатеринославского района.

4. Проект кустования Севастопольских станций.

5. Проект ограждения проводов высокого напряжения при пересечении жел. дор. линий.

6. Проект перехода через р. Оку линии электропередачи Кашира—Москва.

7. Вопрос о радиосвязи по проводам высокого напряжения.

**1922 г.—(XV и XVI Сессия Пленума ЦЭС).**

8. Проект Нижегородской районной электрической станции.

9. План электроснабжения Москвы.

10. План электроснабжения Ленинграда.

11. Проект электрификации Мальцевского фабрично-заводского Округа.

12. Выбор места для постройки Штеровской Районной электрической станции.

13. Ленинградское подземное кабельное кольцо высокого напряжения.

14. Вопрос о пригодности котлов морского типа (системы Норман и Шульц) на станции «Красный Октябрь».

15. Временные отступления от правил безопасности и правил устройства для электротехнических сооружений сильных токов высокого и низкого напряжений.

16. Вопрос о защите высоковольтных установок от перенапряжений.

17. Нормы для механического расчета линий электропередач.

18. Спесификация фарфоровых изоляторов и вопросы их технологии.

19. Программа испытаний и выработка стеклянных изоляторов.

20. Изменение некоторых параграфов Т. У. на изоляторы высоких напряжений.

21. Изменение некоторых параграфов Т. У. на изолирующие масла.

22. Программа испытания ламп накаливания в лабораториях.

23. Вопросы электротехнической терминологии.

24. Вопрос о постановке опытов по устройству телефонной связи на высоковольтных установках с применением токов высокой частоты.

25. Ознакомление с деятельностью Центрального Института Труда и вопрос о рационализации организации Труда в Электротехнической промышленности и электротехническом строительстве

**1923.—(XVII Сессия Пленума ЦЭС).**

26. Проект Шатурской Электрической Станции.

27. План электроснабжения г. Москвы.

28. План электроснабжения г. Ленинграда.

29. Проект работ гидротехнической части Волховского Строительства.

30. Положение о надзоре за правильностью электроизмерительных приборов, служащих для учета энергии.

31. Правила установки электрических счетчиков.

32. Правила применения электрических приборов для учета энергии.

33. Инструкция о необходимых устройствах и приспособлениях для проверки счетчиков электрическими станциями.

34. Проект нормализации электрических установочных изделий.

35. Основные положения норм и правил для электротехнических установок в русской каменноугольной промышленности.

36. Рассмотрение плана работы в области создания урочного положения на электро-монтажные работы сильного и слабого тока

37. Нормы для пересечения линиями электропередачи телефонных и телеграфных линий.

38. Проект норм для расстояний между проводами, троссами и опорами.

39. Применение на существующих проводах связи способов многократного телеграфирования и телефонирования токами высокой частоты и других частот и обеспечение необходимого для сего технического оборудования путем изготовления существующих приборов в России и заказа недостающих за границей.

40. Технические условия для электрических ламп накаливания.

41. Проект определения фотометрических величин.

42. Технические условия для катодных усилительных ламп.

43. План работ Технического Отдела Главэлектро в области нормирования частей электрических машин и аппаратов.

44. Рассмотрение топок системы проф. Т. Ф. Макарьева.

**1924 и 1925 г. (XVI, XIX и XX Сессии Пленума ЦЭС).**

45. Проект Штеровской Электрической станции.

46. Проект Нижегородской Электрической станции и выбор напряжения для ее электропередачи.

47. Проект Ярославской Электрической станции.

48. Проект Рублевской электрической станции.

49. Проект Ташкентской Гидроэлектрической станции на арыке Боз-Су.

50. Проект Земо—Авчальской гидроэлектрической станции для электро-снабжения г. Тифлиса.

51. Проект гидроэлектрической станции на реке Десенке (близь г. Киева.

52. Эскизный проект гидроэлектрической станции на реке Аджарис—Цхали для электроснабжения г. Батума.

53. Проект Азнефти по усилению станций Электротока для электроснабжения Бакинского района.

54. Проект стандартных норм для передачи энергии постоянным током.

55. Вопрос о продлении действия временных отступлений от правил безопасности и правил устройства для электротехнических сооружений сильных токов высокого и низкого напряжений.

56. Правила безопасности и устройства электрических установок на рудниках.

57. Правила безопасности и устройства электрических установок на нефтяных промыслах.

58. Правила устройства и безопасности для электрических установок на торфоразработках и руководящие указания к ним.

59. Правила безопасности для обращения с электрическими проводами и принадлежностями при тушении пожаров.

60. Правила устройства для электрических установок в театрах, кинематографах и пр.

61. О допущении применения 4-х проводной системы распределения электрической энергии 3-х фазным током, напряжением 380/220 V.

62. Изменение правил ограждения линий слабого тока от вредного действия установок сильного тока.

63. Проект опор линии передачи Волховского Строительства.

64. Проект правил устройства электропередач при их прохождении по населенным местностям.

65. Вопрос о применении превода в 10 $mm^2$.

66. Правила пересечения линий железных дорог линиями электропередач.

67. Пересмотр правил и норм на трансформаторные масла и масла для выключателей.

68. Нормы механического расчета линий электропередач.

69. Нормы для пересечения линиями электропередачи ж. д. путей, судоходных рек и каналов, шоссейных и грунтовых дорог.

70. Проект норм и временных Т. У. для изоляторов высокого напряжения.

71. Временные Т. У. для сырья на производство высоковольтных изоляторов.

72. Проект Т. У. на заливочные массы для кабельных муфт, кабелей токов высокого напряжения (компаунды) до 11 000 V.

73. Т. У. на линейные фарфоровые изоляторы для высоких напряжений.

74. Проект Руководящих Указаний по устройству защитных заземлений для электрических устройств высокого напряжения (свыше 250 V) с Пояснительными Замечаниями к ним.

75. Вопрос о производстве кабеля на 35 000 V и об исследова иях о потери таковом.

76. Правила и нормы для нагревательных прибовов.

77. Правила для конструирования и испытания установочных изделий.

78. Основные данные для выработки нормальных типов электроизмерительных приборов для распределительных устройств.

79. Временные отступления от технических условий на динамное и трансформаторное железо и сталь.

80. Т. У. на поставку нефтяного масла для трансформаторов и высоковольтных выключателей.

81. Руководящие указания для выбора и сортировки слюды для электротехнических цепей.

82. О соединении обмоток трансформаторов треугольником и звездой.

83. Вопрос о выработке наилучших типов электродвигателей для нефтяной промышленности.

84. Проект Инструкции по устройству переносных приемников электрической энергии, применяемых для чистки паровых котлов.

85. Проект Инструкции для пользования переносными лампами и электродвигателями, применяемыми при чистке паровых котлов.

86. Правила о световых измерениях.

87. Правила и Нормы на стеклянные палочки, колбы и трубки для ламп накаливания.

88. Нормы для цоколей ламп накаливания и пояснения к ним.

89. Дополнения к нормам на угольные электрические лампы, предназначенные для трамвайных вагонов.

90. Основные положения о нормировании поселкового строительства связанного с электротехническим Строительством.

91. О Правилах и способах испытания турбин и гидротехнических сооружений на гидроэлектрических установках.

92. Основные положения о порядке поступления и рассмотрения поступающих на заключение в ЦЭС проектов.

93. Рассмотрение материалов по участию СССР в Мировой Конференции по энергетике.

94. Рассмотрение предложенного Н. Н. Семеновым способа исследования электрических полей диэлектриков.

95. Проект норм для производства телефонных аппаратов.

96. Проект нормальной схемы индукторного телефонного аппарата.

97. Проект нормальной схемы телефонного аппарата системы центральной батареи.

98. Проект основных данных для устройства телефонных коммутаторов.

99. Проект Т. У. для сухих элементов.

100. Проект Т. У. для приемки батарей сухих элементов типа «Лекланше» для карманных фонарей.

101. Проект Т. У. на поставку и приемку плавких патронов к предохранителям в цепях слабого тока.

102. Составление словаря по технике слабых токов.

103. Временные правила ограждения телефонных и телеграфных линий от вредного влияния устройств сильного тока.

104. Обследование вопроса о выполнении ЭТСТ'ом заказа ПКПС'а на коммутаторы.

105. Вопрос об установке на Московской Радиостанции имени Моссовета (Шаболовка) опытной ламповой радиостанции мощностью 200 kW в антенне, оборудованной двумя лампами по 100 kW системы проф. Бонч-Бруевича.

106. Технические Правила пересечения радиолюбительскими антеннами воздушных электрических линий.

107. Инструкция к устройству любительских приемных антенн.

108. Эскизный проект Кондопожской Гидравлической станции 000 лош. сил.

109. Защита линий слабого тока от вредного действия линий передач Земо-Авчальской Гидравлической станции.

110. Ремонт линий электропередач Каширстроя без специальных ограждающих приспособлений.

111. О котлах для Алмазно-Марьевского района Донбасса.

112. Договор, заключенный Азнефтью и Обществом «Рато» в Париже на поставку одной турбогенераторной установки для Баку (Госплан).

113. Сжигание антрацитового штыба в пылевидном состоянии на Штеровской Электростанции.

114. О наилучшей системе защиты ангаров от грозовых разрядов.

115. О мерах защиты от перенапряжений на Кизеловской Электростанции.

116. О мерах к устранению вредного влияния линий передач Волховстроя на провода связи Мурманской ж. д.

117. Эскизный проект электрической станции г. Харькова и его района мощностью 20 000 kW.

118. О борьбе с утечкой воды из водохранилища Штеровской районной электростанции.

119. Об изменениях и конструкции плотины Штеровской электростанции.

120. О выборе места для Запорожской тепловой электрической станции.

121. О расширении Шатурской районный электростанции до 80 000 kW.

122. Эскизный проект паровой электростанции г. Киева мощностью до 20 000 kW.

123. Поручение Госплана обсудить замечания и предложения германск проф. Людина по вопросу о типе гидротехнических сооружений гидростанции на р. Аджари-Цхали.

124. О переходе воздушной линии электропередачи 38 kV. Ляпинской электростанции через реку Волгу у гор. Ярославля.

125. О допустимости применения в сельских установках деревянных трансформаторных будок.

**1926 г. и 1927 г. (XXI и XXII сессии пленума ЦЭС).**

126. Система кольцевания Донбасса (Госплан) (№ 3—1926 г.).

127. Предварительный проект Днепровской Гидростанции мощностью 300 тыс. л. с.

128. Эскизный проект теплосиловой станции у Завода «Коммунар» в Запорожье.

129. Проект распределительной сети 6 600/320 V. Сормоского Завода.

130. О схеме соединений 30 kV обмоток трансформаторов МОГЭС'а.

131. Проект электрической сети Бахтанского Канифольно-Скипидарного Завода.

132. Проект опытной ветросиловой установки в Крыму (Госплан).

133. Проект поселка Штеровской Электростанции.

134. Эскизный проект расширения станции «Красный Октябрь» до 60 000 kW.

135. Основные положения по проектированию Центральной Электростанции в Криворожье мощностью 30 000 kW.

136. Эскизный проект Саратовской Районной Электростанции мощностью 10 000 kW.

137. Эскизный проект Районной Электростанции «Артем» мощностью 10 000 kW.

138. Эскизный проект расширения Одесской Электростанции на 10 000 kW.

139. Эскизный проект Гидростанции на р. Гизель-Дон мощностью 6 800 kW.

140. Проект Сызранской Гидростанции мощностью 1.000 kW.

141. Эскизный проект Новороссийской Районной Электростанцией мощностью 10 000 kW.

142. Эскизный проект линии электропередач Севастополь — Ялта и Севастополь—Симферополь.

143. Технический проект главного здания и его электрического и механического оборудования Станции «Артем».

144. Технический проект главного здания и его электрического и механического оборудования Станции ЭСХАР.

145. Способ и схема присоединения строящихся фабрик Центробумтреста и Нижегородской Электростанции.

146. Технический проект главного здания и водоснабжения Саратовской Электростанции.

147. Технический проект Киевской Электростанции мощностью 20 000 kW.

148. Технический Гидростанции на р. Аджарис-Цхали.

149. О креплении фундамента турбогенератора Штеровской Электростанции.

150. Доклад Купера о результатах иностранной экспертизы проекта Днепростроя.

151. Переработанный на основе указаний ЦЭС'а проект поселка Штеровской Электростанции.

152. Проект лабораторий высокого напряжения и машинно-аппаратной ВЭИ.

153. О заземлении нейтралей при 4-проводной системе 210/120 в. и защите нулевого провода во внутренних установках.

154. Эскизный проект Оршанской Районной Электростанции на Осиновском торфяном болоте.

155. Эскизный проект отопительной силовой Электростанции г. Пскова.

156. Доклад директора ГЭЭИ Проф. К. А. Круга о постройке Всесоюзного Электротехнического Института в Москве.

157. Об использовании научно-технических и опытных данных по постройке крупных электростанций (Госплан).

158. Эскизный проект тепловой электростанции в г. Грозном.

159. Проект линии электропередач и подстанций ЭСХАР'а.

160. Эскизный проект Гидростанции на р. Рионе для снабжения у Кутаиса.

161. Эскизный проект Каменской Гидростанции в Армении.

162. Технический проект Кобанского варианта Гидростанции на р. Гизель-Дон.

163. Эскизный проект Брянской Районной Электрической Станции мощностью 48 000 kW.

164. Эскизный проект Челябинской Районной Электрической Станции мощностью 44 000 kW.

165. Эскизный проект Гидростанции № 3 на р. Свири.

166 Типовые проекты жилых домов, общежитий и зданий общественного характера для поселков районных электрических станций.

167. Разногласие между МОГЭС'ом и Торфяным директоратом Главгортопа ВСНХ СССР на почве требований последнего к МОГЭС'у повышенной прочности к линиям электропередач, проходящим по торфяным болотам, приравнивая последние к заселенным местам.

168. Временные руководящие указания по устройству электротехнических установок в сельских местностях.

169. Руководящие указания по борьбе с перенапряжениями в электрических установках.

170. Руководящие указания по устройству защитных заземлений.

171. Нормы и правила испытания масляных выключателей.

172. Стандартные нормы для сил токов и напряжений коммутационных аппаратов.

173. Нормы для трансформаторов тока и для трансформаторов напряжения.

**XX Сессией Пленума ЦЭС.**

174. Влияние обрыва проводов на расчет опор.

175. Влияние изменения модуля упругости проводов на провес.

176. Нормы для деревянных опор.

177. Технические условия на электроизмерительные приборы.

178. Проект технических условий на электроизмерительные приборы, составленный проф. Кулебакиным.

179. Правила приемки прессшпана.

180. Правила устройства и испытания электрических нагревательных приборов.

181. Нормы на листовую электротехническую сталь.

182. Технические условия на поставку приемных электронных ламп типа Р—5.

183. Технические условия на поставку приемных электронных ламп типа «Микро».

184. Технические условия на поставку патронов типа Бозе на 0,25 А к предохранителям в цепях слабого тока.

185. Технические условия на поставку плавких патронов на 2 А к предохранителям в цепях слабого тока.

186. Технические условия приемки батарей сухих элементов типа Лекланше для карманных фонарей.

187. Технические условия для специальных батарей из сухих или наливных элементов типа Лекланше для радиоприемников.

188. Основные нормы для производства телефонных аппаратов.

189. Технические условия для сигнальных коммутаторных ламп.

190. Технические условия на сырые материалы для производства гальванических элементов: цинка, картона и парафина.

191. Правила пользования осветительной проводкой для любительского радиоприема.

192. Технические условия для переходных приспособлений, служащих для присоединения радиоприемников к осветительным сетям.

193. Технические условия для электроизмерительных приборов.

194. Порядок испытания электроизмерительных приборов.

195. Инструкция по ремонту линий связи, находящихся в полосе влияния линий передач.

196. Инструкция по устройству вводов с предохранительными приборами.

197. Инструкция по оборудованию контрольных пунктов.

198. Инструкция по периодическому наблюдению за линиями способом определения мест повреждения.

199. Об установлении и наименовании единицы величины характеризующей излучение радиосети.

200. Об установлении термина в радио-связи, заменяющего «широковещание».

201. Об условных обозначениях (символов) при выполнении схем связи.

202. Составление определений для большой Советской Энциклопедии.

203. Разработка терминологии по телеграфии.

204. Разработка терминологии по телефонии.

205. Прзвила устройства громоотводов (измерение сопротивления штанги, измерение сопротивления земель и т. п.).

206. Исследование влияния линий передачи на линии слабого тока.

207. Изучение некоторых явлений в телефонах.

208. Исследование телефонных трансформаторов.

209. Исследование плавких предохранителей, применяемых в цепях слабого тока.

210. Нормы и правила для русских электрических ламп накаливания.

211. Осветительный кодекс (для фабрично-заводских помещений).

212. Правила и нормы освещения лечебных заведений.

213. Правила и нормы для электротехнических устройств сильных токов на судах торгового флота.

214. Технические условия на фарфоровые изоляторы, для высоких напряжений.

215. Технические условия на поставку нефтяного масла для трансформаторов и высоковольтных выключателей.

216. Сравнение иностранных и русских Т. У. на нефтяные масла, в целях их унификации.

217. Правила безопасности и правила устройства для электротехнического сооружения сильных токов низкого и высокого напряжения.

218. Предложение инж. Н. А. Спицына об обозначении машин и приборов на планах электрической проводки.

219. Правила эксплоатации электрических устройств сильных токов.

220. Нормы для электрических машин.

221. Нормы для испытания трансформаторов.

222. Нормы на электрические машины и трансформаторы, составленные проф. Кулебакиным.

223. Нормы для напряжений машин постоянного тока.

224. Нормы для освинцованных кабелей сильных токов с бумажной изоляцией.

225. Правила безопасности для электротехнических сооружений на рудниках.

226. Правила безопасности для электротехнических сооружений на нефтяных промыслах.

227. Нормы по установочным изделиям.

228. Нормы на патроны и цоколя Свана.

229. Таблицы стандартов для установочных изделий:

а) Зажимной болт для установочных изделий на силу тока до 200 А.

б) Зажимные винты.

в) Плавкие предохранительные вставки и контактные винты от 0,5 до 0,10 А—250 V

г) » » » » 6 до 25 А—500 V

д) » » » » 6 до 60 А—500 V

е) Пример патрона с нормальной эдисоновской нарезкой.

ж) Эдисоновская винтовая резьба.

з) Резьба для взаимно нэзаменяемых контактных винтов к предохранителям с закрытыми плавкими вставками.

и) Цоколь лампы и патрон Свана.

к) Фарфоровые предохранители на 10 А—250 V, 25 А—500 V и 60 А—500 V.

л) Резьба для ниппеля.

м) Штепсельные розетки без предохранителей на 6 А—250 V

н) » » » » » 10 А—250 V

о) Штепсельная вилка 6 А—250 V.

п) » » 10 А—250 V,

р) Однополюсный выключатель 4—6 А. 250 V и однополюсный переключатель—2 А—4 А, 250 V.

с) Цоколя с эдисоновской винтовой резьбой: «Малый миньон», «миньон» нормальный, «Голиаф».

230. Правила окраски шин различных фаз.

231. Правила подачи первой помощи пострадавшим от электрического тока.

232. Нормы для проводниковой меди.

233. Проект правил ограждения громоотводами зданий Военного Ведомства.

234. Правила устройства громоотводов для помещений со взрывчатыми материалами (составляющие разряд И главы XVIII «Правил безопасности при ведении горных работ»).

235. Ознакомление с деятельностью Ленинградской Экспериментальной Электротехнической Лаборатории и Ленинградской Физико-Технической Лаборатории.

**Цена — 25 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центроиздата Народов СССР, Красная ул.' 1.
Ленинградский Гублит № 38.905. Тираж 1.700 экз. 1 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инж. В. К. Корзуна.*

## I. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТИ.

### Состав электропромышленности.

Электропромышленность в настоящее время состоит из 31 завода следующих специальностей:

I. Машины, трансформаторы и аппаратура.

1. Харьковский, бывш. ВЭК. — Харьков.
2. Электросила » С.-Ш. — Ленинград.
3. Динамо. — Москва.
4. Электроаппарат. — Ленинград.
5. Вольта. — Урал, ст. Баранча.
6. Электрик. — Ленинград.

II. Кабели, провода и шнуры.

7. Севкабель. — Ленинград.
8. Моск. Объед. каб. заводы (МОКЗ). — Москва.

III. Лампы.

9. Светлана. — Ленинград.
10. Моск. Фаб. Эл. ламп (МОФЭЛ). — Москва.

IV. Изоляторы.

11. Изолятор. — Москва, с. Всесвятское.
12. Пролетарий. — Ленинград.
13. им. Артем бывш. Эссен. — Славянск.

V. Стекло.

14. Запрудневский завод. — Москва, ст. Вербилки.
15. Дружная Горка. — Ленинград.
16. Рогожско-Ленинский завод. — Москва.

VI. Разные.

17. Электроугли. — Москва, Кудиново.
18. Арматурный. — Москва.
19. Металл. — Москва.
20. Карболит. — Москва, ст. Орехово-Зуево

VII. Телеграфия, телефония, радио и сигнализация.

| | |
|---|---|
| 21. Красная Заря. | — Ленинград. |
| 22. Им. Казицкого. | — Ленинград. |
| 23. Им. Кулакова. | — Ленинград. |
| 24. Им. Коминтерна. | — Ленинград. |
| 25. Электровакуумный. | — Ленинград. |
| 26. Морзе. | — Москва. |
| 27. Нижегородский телефонный. | — Н.-Новгород, Мыза. |
| 28. Радио-машинный. | — Москва, консервирован. |

VIII. Аккумуляторы и элементы.

| | |
|---|---|
| 29. Им. Лейтенанта Шмидта. | — Ленинград. |
| 30. Ленинская Искра. | — Ленинград. |
| 31. Мосэлемент. | — Москва. |

По машиностроению основными заводами надо считать: Харьковский, Электросилу и Динамо. Все три завода в настоящее время занимаются производством всех типов машин и трансформаторов, а Харьковский, кроме того, и производством аппаратуры. Замечается уклон: Динамо—к производству тяговых электродвигателей, Электросила—к производству генераторов для турбин и электродвигателей постоянного тока, как начало проведения намеченной специализации заводов.

Электроаппарат имеет производство исключительно аппаратуры и распределительных устройств и работает параллельно с соответственным цехом Харьковского завода, причем сфера производства между ними поделена: Электроаппарат—высоковольтную аппаратуру, Харьковский завод—низковольтную.

Электрик и Вольта носят характер вспомгательных заводов: Вольта дорабатывает полуфабрикат Ревельского завода и дает чугунные отливки для других заводов; Электрик—преимущественно специальные машины небольшого размера и крановую аппаратуру; кроме того, на нем же поставлено производство установочного материала, которое частично ведется (имеется в виду перевести на Электрик) и на Харьковском заводе и на Динамо.

Кабельные, ламповые, изоляторные и стекольные заводы все работают параллельно по одинаковой номенклатуре изделий с некоторым уклоном каждого завода к той или иной продукции, стекольные заводы работают для ламповых заводов,

поставляя им колбы и весовое стекло; Дружная Горка, кроме лампового стекла, дает еще аптекарскую посуду и химическое стекло.

Завод Электроугли имеет производство угольных изделий, угли для элементов, электроды мелкого и среднего размера, щетки разных типов, сухие элементы и разные случайные угольные изделия.

Арматурный завод исполняет электрическую арматуру для освещения.

Завод Металл, можно считать, вспомогательным заводом; он вырабатывает в данное время железную броню для кабелей, прокатывает латунь для бергманских трубок и выпускает самые бергманские трубки.

Завод Карболит—опытный завод изоляционных материалов, вырабатываемых по русскому патенту конденсации фенола и крезола. Так как заводу не дается особых средств для опытных работ, он принужден жить выработкой ходовых изделий из карболита, как-то: установочного материала, где карболит заменяет фарфор, изоляторов, изоляционных частей для заводов слабого тока и пр.

Заводы Слабого тока имеют довольно смешанную специальность. Так, принимая положение на 1-е октября 1926 года, их физиономию можно характеризовать так:

Завод «Красная Заря»—телефонные аппараты и коммутаторы: это основной завод по телефонии, но исполняет он телефоны для радио и деревянные части радио-любительной аппаратуры в виду того, что столярный цех этого завода своей работой загружен недостаточно. В то же время телефонные аппараты выполняются на двух заводах еще: им. Кулакова—телефоны Ленинградского типа и диспетчерские и на Нижегородском, куда постепенно переносится производство телефонов центральной батареи.

Зав. им. Кацицкого производит радиостанции сложного типа, телеграфные аппараты, измерительные приборы, приборы жел. дор. сигнализации и водомеры, при чем телеграфные аппараты и измерительные приборы производятся и на зав. имени Кулакова.

Зав. им. Кулакова выполняет телеграфные, телефонные аппараты, измерительные приборы, счетчики электрические, и радиолюбительскую аппаратуру.

Электровакуумный завод—усилительные и генераторные лампы, рентгеновские лампы, разные пустотные приборы, как то: предохранители слабого тока, ртутные выпрямители в стеклянных сосудах.

Зав. имени Коминтерна—специальное радиопроизводство.

Зав. Морзе—радио-любительская аппаратура, установочный материал слабого тока, угольные изделия для телефонии и дюбеля.

Нижегородский завод—телефонные аппараты, радио-любительная аппаратура и разные изделия.

Заводы им. Лейт. Шмидта и Ленинская искра—производят все типы свинцовых аккумуляторов, а первый налаживает и производство щелочных аккумуляторов, занимаясь пока сборкой и формовкой их из заграничных полуфабрикатов.

Зав. Мосэлемент—производит сухие элементы и части для элементов Лекланше.

Перечисленные заводы относятся к электропромышленным предприятиям, подчиненным непосредственно Главэлектро ВСНХ СССР. Кроме них следует упомянуть:

1. Кабельный цех Кольчугинского завода, который подчинен Главметаллу и который по своей мощности и номенклатуре выпуска идентичен с заводами Севкабель и МОКЗ.

2. Киевский кабельный завод, подчиненный Местному Совнархозу и изготовляющий провода и обмоточную медь; мощность его ниже 10% любого из остальных кабельных заводов.

3. Местные заводы, мастерские и отдельные кустари, производящие: аккумуляторы и элементы сухие, установочный материал и фарфор, любительскую радио-аппаратуру, угольные щетки и пр. Роль этих заводов и кустарей можно оценить, примерно, в 3—5% остальной электропромышленности.

4. Фарфоровые заводы силикатной промышленности, поставляющие телеграфные и телефонные изоляторы, при чем заводы Главэлектро в этой области играют весьма скромную роль.

### Организация электропромышленности.

Управление заводами Главэлектро сосредоточено в 3-х трестах.

1. Государственный Электротехнический Трест ГЭТ), сосредоточивший в себе всю электропромышленность силь-

ного тока: машины, трансформаторы, аппаратура, кабели и провода, лампы, включая стекольные заводы для них, фарфоровые изоляторы, электроугольные изделия, осветительная арматура, установочный материал.

2) Электротехнический Трест заводов Слабого Тока (ЭТзСТ), в котором сосредоточено производство предметов электрической связи и сигнализации: телефония, телеграфия, радио, железно-дорожная, пожарная, тревожная и морская сигнализация, установочный материал. для телеграфных и телефонных станций. В этом же тресте сосредоточено производство электро-измерительных приборов, медицинских (рентгеновских) ламп, ртутных ламп и выпрямителей.

3. Государственный Аккумуляторный Трест (ГАКТ), производящий аккуммуляторы всех видов и гальванические элементы, преимущественно сухие.

Завод Карболит, как опытный завод, существует самостоятельно под непосредственным руководством Главэлектро.

Взаимоотношения между заводами и Трестом обычные на основе положения от 10 апреля 23 года, при чем завод в тесной зависимости от Треста во всех областях своей жизни: Трест дает заказы, определяя тем самым специальность и загрузку завода, снабжает материалами и денежными средствами по мере надобности, ограничивает размер рабочей силы, распоряжается основными конструктивными разработками, определяет методы учета производства, утверждает и назначает размер и характер капитальных работ.

В настоящее время такой характер взаимоотношений между заводами и трестом признано необходимым изменить в сторону предоставления заводу большей самостоятельности.

Вместе с тем, прорабатывается вопрос и об организации трестов, так как с одной стороны в связи с предоставлением заводам большей самостоятельности меняются функции треста, а с другой стороны, в настоящий момент распределение заводов по трестам крайне неравномерно и в трестах сосредоточены совершенно различные между собою производства. Последнее относится, главным образом, к ГЭТ'у, который дает около 80% всего производства электропромышленности и управляет такими разнообразными производствами, как машиностроение, кабельное, ламповое, стекольное, фарфоровое и др.

Одновременно ставится вопрос о выделнии в самостоятельную единицу торговой деятельности трестов. Это даст возможность каждой организации сосредоточить все внимание на своей области— торговой или производственной и вместе с тем разрешить вопрос о торговой сети; последняя в настоящее время широко развернута в ГЭТ'е и почти отсутствует в ЭТзСТ и у ГАКТ'а, которые имеют конторы только в Ленинграде, Москве и Харькове.

## II. Производственная деятельность электропромышленности.

### Выпуск.

В таблице № 1 приведен выпуск электропромышленности за последние годы по отчетным данным и за 1926/27 г. по утвержденной программе.

К этой таблице надо добавить следующие замечания:

1. Выпуск показан в рублях по прейс-куранту 1913—14 г.г. Сделано это по тем соображениям, что общей единицы, которой можно было бы количественно оценивать выпуск электропромышленности с ее различными производствами, кроме рублей нет; современные продажные цены величина переменная и сравнение выпуска по годам при переменной оценке не дало бы представления об изменении его величины, продажные цены довоенные документально неизвестны и пользование ими повело бы к различным, часто мало обоснованным измышлениям. Прейскурантные довоенные цены представляют из себя нечто фиксированное и, хотя пользование ими создает тоже достаточно неудобств и имеет достаточно условностей, однако, избежать их нельзя, пока не будут выработаны современные прейскуранты на основе современной себестоимости.

2. Выпуск приведен валовой, т. е. показана и та продукция, которая потребляется внутри электропромышленности, не поступая в продажу. К этой категории продукции относятся: провода для обмотки и распределительных устройств, фарфоровые изоляторы для аппаратуры, стекло для ламповых фабрик, прокатка брони для кабелей и прочее. Продукция, поступающая в продажу, оставляет около 90—92% валового выпуска.

3. Таблица охватывает только заводы союзного назначения, включая и Кабельный цех Кольчугинского завода. Об остальных

указанных выше заводах и мастерских сведений не достаточно, их выпуск может быть грубо оценен в 3—5% выпуска союзных заводов.

ТАБЛИЦА № 1.

**Валовой выпуск электропромышленности в довоенных рублях:**

| | 1923/24 г. | | 1924/25 г. | | 1925/26 г. | | 1926/27 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Тыс. дов. рублей. | % к пред. году. | Тыс. дов. рублей. | % к пред. году. | Тыс. дов. рублей. | % к пред. году. | Тыс. дов. рублей. | % к пред. году. |
| Динамостроение . . . . | 6 987 | 165 | 14 322 | 204 | 20 398 | 143 | 28 929 | 142 |
| Кабельное производство . | 15 022 | 112 | 23 738 | 158 | 33 453 | 141 | 37 710 | 113 |
| Ламповое » . . . . | 5 112 | 169 | 10 803 | 212 | 17 381 | 161 | 20 543 | 118 |
| Стекольное » . . . . | 1 103 | — | 1 614 | 147 | 2 390 | 148 | 3 212 | 134 |
| Фарфоровое » . . . . | 714 | 238 | 1 717 | 240 | 2 102 | 122 | 2 516 | 120 |
| Слаботочн. » . . . . | 3 578 | 151 | 8 698 | 244 | 11 715 | 134 | 18 200 | 155 |
| Аккумулят. » . . . . | 1 193 | 195 | 1 721 | 144 | 2 349 | 136 | 3 760 | 160 |
| Разное » . . . . | 669 | — | 2 450 | 366 | 3 239 | 132 | 4 855 | 150 |
| Итого по зав. Главэлектро | 34 378 | 139 | 65 063 | 189 | 93 027 | 143 | 119 725 | 129 |
| Кабельный цех Кольчуг. завода . . . . . | 4 122 | 114 | 9 680 | 234 | 12 605 | 130 | 23 074 | 182 |
| Вся электропромышленность . . . . . | 38 480 | 135 | 74 743 | 194 | 105 632 | 141 | 142 799 | 135 |

Выпуск 1924/25 г. приблизительно равен довоенному (1913—1914 г.). выпуску электропромышленности, а выпуск настоящего года намечен почти вдвое больше довоенного. Здесь надо иметь только в виду, что в приведенном выше списке заводов основные заводы были в довоенное время, а многие из вспомогательных или не были совсем или же работали совсем в другой области.

Рассматривая рост производства по отдельным видам его, можно сказать, что динамостроение, слаботочное и аккумуляторное держат все время высокий темп прироста, при чем первое из них все время не поспевает за спросом и даже еще не наметилась тенденция к большему удовлетворению спроса, тогда как два остальных успешно удовлетворяют спрос, кроме отдельных деталей.

Кабельное производство развивалось на уровне спроса и падает вместе с ним.

Ламповое и фарфоровое производства, как вновь народившиеся, стремились догнать спрос рынка и, догнав его, начали ослаблять свой темп роста, согласуя его с ростом спроса.

Соответственно с этим и общий темп роста выпуска за последние годы падает, так как кабельное и ламповое производства занимают в нем крупную роль.

Таблица № 1 может характеризовать только прирост выпуска из года в год. Для того, чтобы характеризовать роль того или иного производства во всем выпуске электропромышленности, прейс-курантными ценами 1914 г. пользоваться неудобно, потому что современные цены в разных производствах имеют различный коэффициент по отношению к ценам 1914 г. и, следовательно, соотношение межеу производствами по ценам 1914 г. нереально.

Таблица № 2 дает тот же выпуск. но в современных прейскурантных рублях, при чем выпуск Кабельного цеха Кольчугинского завода включен в Кабельное производство.

ТАБЛИЦА № 2.

**Валовой выпуск электропромышленности в червонн. рублях.**

| | 1924/25 г. | | 1925/26 г. | |
|---|---|---|---|---|
| | Тыс. рубл. | %% | Тыс. рубл. | %% |
| Динамостроение . . . . . | 27 036 | 25,6 | 39 604 | 27,8 |
| Кабельное производство . . . . . | 38 461 | 36,5 | 52 831 | 37,0 |
| Ламповое » . . . . . | 12 608 | 12,0 | 12 572 | 9,0 |
| Стекольное » . . . . . | 3 314 | 3,1 | 4 884 | 3,4 |
| Фарфоровое » . . . . . | 3 839 | 3,6 | 4 317 | 3,0 |
| Слаботочное » . . . . . | 13 212 | 12,5 | 19 428 | 13,6 |
| Аккумуляторн. » . . . . . | 2 492 | 2,4 | 2 854 | 2,0 |
| Разное » . . . . . | 4 526 | 4,3 | 6 038 | 4,2 |
| Итого по электропромышленности . | 105 488 | 100 | 142 528 | 100 |

Машиностроение и кабельное производства занимают свыше 60% выпуска всей электропромышленности, а если сюда прибавить ламповое и слаботочное производства, то это составит около 87% всего выпуска. Эти четыре производства и можно назвать основными, так как они охватывают производство тока, прием его и передачу и область связи. Остальные производства играют роль вспомогательных, сюда относятся: стекло, фарфор, угольные изделия, установочный материал, аккумуляторы, элементы, арматура.

### Рабочая сила.

Вместе с ростом выпуска, росла и рабочая сила, занятая в производстве. Как видно из таблицы № 3, за 4 года количество списочных рабочих возросло с 16 241 человек до 27 296 человек, т. е. на 68%.

ТАБЛИЦА № 3.

**Количество рабочих по списку в среднем за год.**

| | 1923/24 г. | | 1924/25 г. | | 1925/26 г. | | 1926/27 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Количество. | % к пред. году. | Количество. | % к пред. году. | Количество. | % к пред. году. | Количество. | % к пред. году. |
| Динамостроение . . . . | 5 164 | 134 | 6 589 | 128 | 8 861 | 134 | 10 055 | 113 |
| Кабельное производство . | 2 131 | 103 | 2 477 | 116 | 2 738 | 111 | 2 750 | 100 |
| Ламповое » . . . . | 2 336 | 169 | 2 585 | 110 | 2 574 | 100 | 2 155 | 84 |
| Стекольное » . . . . | 949 | 116 | 1 407 | 148 | 1 795 | 127 | 1 675 | 94 |
| Фарфоровое » . . . . | 1 090 | 182 | 1 503 | 138 | 1 588 | 106 | 1 557 | 98 |
| Слаботочное » . . . . | 3 689 | 156 | 4 890 | 133 | 6 317 | 129 | 7 422 | 117 |
| Аккумулят. » . . . . | 275 | 124 | 340 | 124 | 519 | 153 | 504 | 97 |
| Разные » . . . . | 607 | — | 1 003 | 167 | 986 | 98 | 1 178 | 120 |
| Итого . . . | 16 241 | 147 | 20 794 | 128 | 25 378 | 122 | 27 296 | 108 |
| Примечание. Без кабельного цеха Кольчугинского завода . . . . | | | | | | | | |

Наибольшее количество рабочих занято в динамостроении и слаботочном производстве; вместе они занимают свыше 60% всей рабочей силы электропромышленности, а четыре основных произ-

водства, как указано выше, занимают около 82% всей рабочей силы. Наибольший рост рабочей силы замечается по динамостроению и слаботочному производству. В кабельном производстве вообще небольшой рост рабочей силы, намечается тенденция к замедлению его темпа, а в ламповом идет даже убыль рабочей силы.

Несоотвествие роста рабочей силы росту выпуска, причем первый отстает от второго, объясняется, как мы увидим дальше ростом производительности труда.

Состав рабочей массы можно характеризовать так (по 1925/26 г.):

мужчин . . . . . — 72%
женщин. , . . . — 28%
производств. рабочих — 58%

Наибольшее участие женщин в ламповом производстве — около 75%, в остальных это участие выражается 20—30%, кроме аккумуляторного, где около 12%.

Пополнение рабочей силы идет с затруднениями в части высокой квалификации, в виду чего количество подростков держится на уровне брони (околе 8%), и из них около 1 500 человек в фабзавуче.

ТАБЛИЦА № 4.

**Количество служащих в среднем за год.**

| | 1923/24 г. | | 1924/25 г. | | 1925/26 г. | | 1926/27 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | % к раб. | Количество. | % к раб. | Количество. | % к раб. | Количество. | % к раб. | Количество. |
| Динамостроение . | 1 186 | 23,0 | 1 452 | 22,0 | 2 196 | 24,8 | — | — |
| Кабельн. производство. | 501 | 23,4 | 451 | 18,2 | 512 | 18,7 | — | — |
| Ламповое » . . | 285 | 12,2 | 352 | 13,6 | 447 | 17,3 | — | — |
| Стекольное » . . | 141 | 14,9 | 97 | 7,0 | 201 | 11,2 | — | — |
| Фарфоровое » . . | 134 | 12,3 | 203 | 13,5 | 259 | 16,3 | — | — |
| Слаботочное » . | 694 | 18,8 | 781 | 16,0 | 1 133 | 18,0 | — | — |
| Аккумулят. » . . | 56 | 20,4 | 54 | 16,0 | 89 | 17,1 | — | — |
| Разное » . . | 109 | 18,0 | 139 | 14,0 | 165 | 16,8 | — | — |
| Итого . . . | 3 106 | 19,1 | 3 536 | 17,0 | 5 002 | 19,7 | — | — |

Количество служащих составляет около 17—20% к числу рабочих. Намечавшееся в 24/25 г. сокращение их процентного отношения к рабочим в следующем году снова повысилось до прежнего предела и даже выше, что связано с требованием более полного учета производства, его планирования, улучшения качества продукции и разработок конструктивного и лабораторного характера.

Здесь надо иметь в виду, что общее число служащих значительно поднимает динамостроение, которое играет крупную роль в общей массе рабочей силы и где за нормальное соотношение служащих к рабочим можно считать 25% или даже выше.

Всего рабочей силы на заводах электропромышленности, считая рабочих и служащих, на начало 26/27 г. было занято 31 000 человек.

### Производительность труда и заработная плата.

Сопоставление роста производительности труда и заработной платы (табл. № 5), понимая под ними рост выпуска на 1 рабочего в дов. рублях и среднего месячного заработка рабочего, указывает, что производительность труда в электропромышленности за последние четыре года опередила заработную плату.

Изменение производительности труда по электропромышленности в целом не характеризует действительного положения дела, так как в ней участвуют производства со слишком различным выпуском на рабочего; разница в 8—10 раз. Поэтому лучше рассмотреть отдельные производства Как общее по всем производствам можно сказать, что производительность труда поднялась от следующих причин:

1) интенсивность труда,
2) улучшение организации производства,
3) улучшение оборудования, путем капитального ремонта, замены устаревшего и постановка нового более совершенного,
4) улучшение процесса производства.

Интенсивность труда поднялась везде, но выразить ее в определенных цифрах за нехваткой данных трудно.

Что касается остальных факторов, они имели место также во всех производствах в той или иной степени, но наибольшее их развитие было в ламповом производстве, где мы видим изменение производительности до 400% от 23/24 г. Ставились новые станки

ТАБЛИЦА № 5.

**Средний месячный выпуск на 1 рабочего в дов. рублях и средний месячный заработок рабочего.**

| | | 1923/24 г. | | 1924/25 г. | | 1925/26 г. | | 1926/27 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Выпуск. | Зараб. | Выпуск. | Зараб. | Выпуск. | Зараб. | Выпуск. | Зараб. |
| Динамостроен. | абс. | 112 | 46,5 | 181 | 66 | 192 | 80,7 | 241 | 86 |
| | % | 100 | 100 | 162 | 142 | 172 | 174 | 215 | 185 |
| Кабельн. пр-во | абс. | 588 | 31 | 800 | 71,5 | 1 030 | 83,3 | 1 142 | 83,5 |
| | % | 100 | 100 | 135 | 140 | 175 | 163 | 194 | 164 |
| Лампов. » | абс. | 183 | 44 | 348 | 57 | 563 | 66,2 | 795 | 67 |
| | % | 100 | 100 | 190 | 130 | 308 | 150 | 435 | 152 |
| Стекольн. » | абс. | 97 | 43 | 95 | 50 | 110 | 58,3 | 160 | 62,2 |
| | % | 100 | 100 | 98 | 116 | 113 | 135 | 165 | 145 |
| Фарфоров. » | абс. | 55 | 41 | 95 | 50,5 | 110 | 60,6 | 135 | 64,3 |
| | % | 100 | 100 | 173 | 123 | 200 | 148 | 245 | 157 |
| Слаботочн. » | абс. | 80 | 61 | 148 | 71 | 155 | 87,5 | 204 | 89 |
| | % | 100 | 100 | 185 | 116 | 194 | 143 | 255 | 146 |
| Аккумул. » | абс. | 362 | 80 | 423 | 91,7 | 565 | 99,3 | 622 | 92,4 |
| | % | 100 | 100 | 117 | 115 | 156 | 124 | 172 | 116 |
| Разное » | абс. | 92 | 49,2 | 204 | 63,4 | 274 | 81,5 | 343 | 78 |
| | % | 100 | 100 | 222 | 129 | 298 | 165 | 373 | 158 |
| Средн. по элект. промышленности | абс. | 176 | 50 | 262 | 64,7 | 305 | 78,8 | 366 | 82 |
| | % | 100 | 100 | 149 | 129 | 173 | 158 | 204 | 164 |

как русского производства, так и иностранные, с целью вытеснения ручного труда, перепланировывалось производство для сокращения вспомогательной силы и сокращения лишнего пути полуфабриката, вводился более точный учет труда с целью более правильного его использования. И все это сопровождалось непривычным улучшением качества самих ламп.

Много внесено улучшений в фарфоровом производстве, где сокращено и время обжига и изменен процесс обработки фарфора

и сделаны перепланировки цехов. И в этом производстве усиление выпуска шло одновременно с улучшением качества изделий.

В слаботочном производстве, также дающем большой рост производительности труда, из указанных выше факторов влияния на производительность труда в значительной степени отразилось улучшение оборудования и, кроме того, увеличение выпуска, что позволило большее развитие массового производства.

В кабельном производстве большую роль сыграла концентрация параллельных цехов на двух московских заводах, что сократило излишний вспомогательный персонал и дало возможность более рационально использовать оборудование.

В динамостроении наряду со всеми другими факторами большое влияние на увеличение производительности труда оказал, как и в слабом токе, рост всего выпуска, давший большее применение серийного выпуска. Наибольший излишек роста производительности труда, не поглощенного ростом заработной платы, мы имеем в соответствии с вышеуказанным в ламповом, фарфоровом и слаботочном производствах. Что касается динамостроения и аккумуляторного производства, то здесь имеются два противоположные явления: в то время, как в динамостроении рост производительности труда был значителен, но почти целиком поглощается ростом зарплаты, в аккумуляторном производстве рост производительности, наоборот, ниже, а излишек его против роста зарплаты значителен. Это объясняется ненормальным размером зарплаты в первые годы, когда динамостроение оплачивало своих рабочих чуть ли не ниже всех прочих производств, тогда как аккумуляторное производство всегди платило высоко и нужды в повышении заработка у него не было.

Средний размер заработной платы по электропромышленности можно уже считать удовлетворительным по сравнению с соответственными отраслями производства, но по отдельным производствам имеются ненормальности: рабочие в производствах, требующих сравнительно короткой подготовки, оплачиваются или наравне, или даже выше, чем в производствах, требующих многолетней выучки. В последние годы эта ненормальность понемногу изживается, но все еще имеет место.

Производительность труда увеличилась против 23/24 г. почти вдвое и по грубой оценке (точной нет) достигла довоенного уровня.

Что касается вообще уровня производительности труда в русской электропромышленности, то можно привести следующее сравнение с германскими и американскими данными:

Выпуск на 1 рабочего в дов. рубл. в год:

| | | |
|---|---|---|
| СССР в 25/26 г. . . . . | 4 430 | дов. рублей. |
| Германия в 1913 г. . . . . | 9 200 | » » |
| С.-А. Соед. Шт. 1913 г. . . . . | 9 050 | » » |
| Германия в 1925 г. . . . . | 9 200 | » » |
| С.-А. Соед. Шт. в 1925 г. . . . | 12 400 | » » |

Здесь даны подсчеты по всей электропромышленности, при чем и у нас, и за границей в нее не введены стекольное и фарфоровое производства. Выпуск заграничной электропромышленности условно переведен в дов. рубли по соотношению 1 герм. марка по отпускным ценам равна 1 дов. рубл. по прейскур. 1914 г. в России.

По отдельным производствам не имеется данных для сравнения, можно только сравнить с одним заводом Саксен-Верке по динамостроению, при чем русские заводы берутся для этого сравнения только основные: Харьковский, Динамо и Электросила:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Динамостроение | СССР в 25/26 г. . | 2 540 | дов. рублей. |
| Саксен-Верке | в 1925 г. . | 9 000 | » » |

Из этого сравнения можно сделать такой вывод:

1. В Германии выпуск на 1 рабочего по всей электропромышленности в 2,1 раз больше, чем у нас, а в Америке в 2,8 раза.

2. По динамостроению у Саксен-Верке выпуск на 1 рабочего в 3,5 раза больше, чем у нас.

3. В русской электропромышленности должна быть проделана еще большая работа как в организационном отношении, так и в части улучшения оборудования, для того, чтобы приблизиться к заграничной производительности труда.

Указанные выше цифры нельзя считать вполне точными, так как имеется условный перевод заграничных цен в русские и, кроме того, не сравнен ассортимент электротехнических изделий у нас и за границей, что отражается на размере средней производительности. Однако, они достаточно показательны и грубо соответствуют действительным соотношениям.

## Снабжение материалами.

Вся заготовка материалов по отчету за 1924/25 г. выразилась в сумме 3 439 тыс.рублей.

Расход основных материалов выражается следующими размерами:

| | | 1924/25 г. | 1925/26 г. |
|---|---|---|---|
| Чугун . . . . | тонны | 3 403 | 6 151 |
| Железо разное . . | » | 5 992 | 9 566 |
| » динамное . | » | 2 137 | 2 560 |
| » трансформат. | » | 481 | 491 |
| Сталь разная . . | » | 896 | 1 122 |
| Медь электрическая | » | 8 230 | 13 414 |
| Латунь . . . . . | » | 1 442 | 1 783 |
| Свинец . . . . | » | 4 395 | 6 447 |
| Пряжа . . . . . | » | 844 | 1 035 |
| Резина . . . . . | » | 217 | 281 |
| Бумага кабельная . | » | 564 | 511 |
| Вольфрам . . . . . | килограммы | 31 | 311 |
| Молибден . . . . . | » | 20 | 222 |
| Платинид . . . . . | » | 126 | 197 |
| Графит . . . . . | тонны | 57 | 147 |
| Слюда . . . . . | » | 38 | 22 |
| Разные изоляц. матер. | » | — | 544 |

Кроме этих перечисленных материалов требуется масса иных наименований: цветных металлов, химических товаров, изоляционных материалов, глина, каолин, песок, кварц, поташ и пр. Сумма 6 542 тыс. р. или 19% всех заготовок за 24/25 г. относится на импорт, при чем в этом числе основные материалы производств. В дальнейшем этот процент повышается и в 26/27 г. импорт материалов намечен уже 12 928 тыс. р. или 29% всей потребности в материалах.

К импортным материалам относятся:

1. Электролитическая медь—основа кабельного производства, где медь составляет 50% всех материалов по стоимости; продукция кабельного производства—обмоточная медь составляет основную часть машин и трансформаторов.

2. Динамное и трансформаторное железо—основа машин и трансформаторов.

3. Свинец—основа свинцовых аккумуляторов и силовых кабелей.

4. Резина и пряжа тонких номеров (160—250 номер)—основной материал проводов и шнуров.

5. Кабельная бумага—основной материал кабелей.

6. Вольфрам и молибден—основной материал ламп.

Перечисленные материалы составляют основу трех главнейших производств электропромышленности, которые вместе дают около 70% всего выпуска электропромышленности.

Кроме этих материалов в импорт включается много наименований по цветным металлам, как: олово, нейзильбер, алюминий, цинк, по химическим, как: крезол, висмут, карбид кальция, кислоты разные, изоляционные материалы и проч.

Если бы представить себе полное прекращение импорта, то можно сказать, что электропромышленность снизила бы выпуск на 60—70%.

Так как электротехнические изделия проникли во все области народного хозяйства и составляют необходимую часть оборудования всякой отрасли промышленности, то такая зависимость производства их от импорта вообще недопустима, а в моменты внешних осложнений может вылиться в катастрофу. Некоторые меры для освобождения электропромышленности от импорта материалов приняты, но к сожалению, надо сказать, недостаточно энергичные и в ближайшие годы нет надежды изжить это ненормальное явление.

Расширение производства электролитической меди идет, но в настоящем году из 16000 t, необходимых для кабельного производства, русской будет около 10000 t, т. е. около 60%.

Поставлено производство динамо-железа, но перспективы выпуска намечают удовлетворение спроса в 1928/29 году. Кроме того, еще не удалось добиться надлежащего качества железа.

Трансформаторное железо еще не удалось наладить в виду технических трудностей.

Свинец и сурик той чистоты, какая необходима для электропромышленности, еще не производятся у нас.

Идут опыты с производством тонких сортов пряжи и кабельной бумаги, но результаты опытов еще не дают основания сказать, что импорт в этой части можно изжить.

Делаются попытки и по другим более мелким (в смысле потребного количества) материалам заменить импорт русской поставкой. Чтобы не ставить страну под риск в момент блокады отказаться без электро-

технических изделий, необходимо задачу замены импортных материалов для электропромышленности сделать ударной. Сама электропромышленность в пределах своих заводов наладила в последние годы производство следующих материалов: эмалированную проволоку, которая идет преимущественно для радио и телефонии, изоляционные лаки для динамостроения, вольфрама и молибдена в лабораторном масштабе, бакелита и бакелитовых изделий. С получением оборудования (еще в текущем году) производство вольфрама и молибдена будет развернуто в должном масштабе.

Что касается русских материалов, то можно отметить недостаточно высокое качество некоторых из них, длительность и неаккуратность сроков поставки и затруднения в поставке должных количеств. Из наиболее крупных затруднений в этой области можно указать на стальные отливки для трамвайных электродвигателей, недостаток которых заставляет сокращать выпуск электродвигателей и стальные поковки для быстроходных генераторов (к паровым турбинам), которые также не удастся получить в должном количестве. Калиброванное железо, антимагнитное железо и мягкое, для глубокой штамповки, в виду сравнительно малых количеств каждого сорта также встречает громадные трудности при размещении заказов; во многих сортах получается отказ, что при затрудненном импорте создает большие осложнения в производстве.

### Удовлетворение спроса.

Чтобы получить общее представление о ходе производства и его составе, посмотрим детальнее, что электропромышенность дает потребителю и в чем она ему отказывает:

В машиностроении, куда нами отнесены машины, трансформаторы и аппаратура, спрос не удовлетворяется во всех видах изделий, при чем нормальные изделия прейскурантного типа выпускаются в недостаточном количестве в виду недостатка мощности заводов; единицы крупного размера или высокого напряжения не могут быть выпущены за неналаженностью этого нового для русских заводов производства.

В настоящее время можно сказать, что крупные, но тихоходные машины не представляют затруднения, в производстве для них есть и оборудование и технический опыт, как показали Волховские генераторы (8 750 kVA, 11 000 V, 75 оборотов, диаметр 10 m).

Удовлетворительно решена задача в области быстроходных машин для паровых турбин: мощностью до 5 000 kW выпущены уже в работу и приступлено к выполнению 10 000 kW генераторов. И оборудования и технических сил для этой цели достаточно, а принимая во внимание техническую помощь AEg, с которой ГЭТ связан договором, можно утверждать, что наша электрификация в производстве подобных машин на русских заводах будет обеспечена. Оборудование, которое заказано и в этом году будет получено, даст возможность производства и генераторов в 20 000 kW, но к ним будет приступлено только в следующем году.

Разработанный планом электрификации прирост станционной мощности за 26/27 год

| | |
|---|---|
| районные станции . . . . | 175 000 kW |
| местные » . . . . | 82 000 » |
| промышленность . . . | 50 000 » |
| Итого: | 307 000 kW |

будет удовлетворен русскими генераторами к водяным турбинам в размере 41 000 kW и к паровым около 30 000 kW, что вместе составит около 23% всего прироста мощности станций.

В трансформаторостроении положение таково: мощность трансформаторов по оборудованию может быть выполнена всякая, но что касается напряжения, то более или менее прочный опыт есть только до 38 000 V, напряжение же выше 38 000 V не выполнялось и не выполняется в данный момент*.

То же самое можно сказать и об аппаратуре.

Таким образом, всякое электрооборудование, не касаясь станции и первичных подстанций на 110 000 V, может быть почти полностью поставлено русской электропромышленностью, за исключением некоторых специальных двигателей, спрос которых носит характер единичного. Что касается станций, то крупнейшие из них, за исключением гидроэлектрических станций Волховстроя и Земо-Авчальской, оборудуются исключительно заграничной продукцией, и только более мелкие станции—промышленные и местные могут быть оборудованы исключительно русскими электроизделиями.

*) В самое последнее время получены от Электротока и Могэса заказы на трансформаторы и аппаратуру 115 kW. Изготовление приурачивается к осени 1928 года.

Подстанции 110 000 V оборудуются исключительно заграничной продукцией, а 38 000 V и ниже могут быть поставлены русской электропромышленностью.

Кабельное производство дает потребителю почти все им требуемые провода, шнуры и кабели. В прошедшем 25/26 г. имелись затруднения в эмалированной проволоке, производство каковой только налаживалось и в тонкой шелковой, для каковой не имелось надлежащих сортов шелку. Недостаток алмазов для притяжки тонких жил (0,05 mm) также затруднял выпуск тонкой проволоки. В настоящем году все это будет ликвидировано и потребитель может быть удовлетворен полностью, поскольку достаточен будет импорт электролитической меди.

Ламповое производство дает нормальные экономические лампы всех размеров, газонаполненные (полуваттные) до 300 W, угольные, автомобильные. Все эти виды ламп могут быть даны в достаточном количестве. Не даются крупные газонаполненные специальные лампы, как то: телефонные сигнальные, для карманных фонарей и пр., требующиеся в небольших количествах. В настоящее время выпускается газонаполненная лампа в 500 W и разрабатываются типы больших мощностей.

Фарфоровое производство дает все виды изоляторов до 38 000 V, при чем низковольтные в недостаточном количестве, пополняемом силикатной промышленностью. Подвесные изоляторы для высоковольтных сетей разработаны, как типы, но выпуска в заводском масштабе нет за невозможностью подыскать поставщика арматуры. В последнее время этот вопрос разрешается и скоро можно ждать выпуска и подвесных изоляторов с соответствующей арматурой.

Угольное производство дает все виды угольных электроизделий, включая и телефонные части, но без микрофонного порошка и крупных электродов. Имеются затруднения в поставке высокосортных щеток, они постепенно ликвидируются.

Производство установочных материалов дает ходовые типы установочного материала и в недостаточном количестве, каковое пополняется частью Самарским трубочным заводом, частью импортом.

Электронагревательные приборы совсем не производятся.

Производство слабого тока удовлетворяет полностью нужду страны в предметах связи телеграфии, телефонии и радио. Выпуск авто-

матической телефонии до сих пор ограничился мелкими станциями до 100 номеров, но в настоящее время в работе станция для Ростова н/Дону и для Москвы. Полное удовлетворение потребителя имеется и во всех видах сигнализации железно-дорожной, военно-морской, пожарной, тревожной, кроме автоматической жел.-дор. блокировки, производство которой только разрабатывается.

Производство измерительных приборов охватывает наиболее ходовые типы, а именно: счетчики 110 V, 5 A, электромагнитные и Депре-Д'Арсонваля, амперметры, вольтметры и омметры типа распределительных устройств, карманного типа и переносные. Все это в недостаточном количестве, пополняемом импортом. Намечается выпуск динамометрических приборов и других видов счетчиков.

Электровакуумное производство, кроме радио-ламп, усилительных и генераторных, дает рентгеновские медицинские лампы, стеклянные ртутные выпрямители и ртутные лампы для освещения. Медицинские лампы еще в 25/26 г. в значительной доле импортировались, в настоящем году это потребуется в небольшом размере.

Аккумуляторное производство дает все виды свинцовых аккумуляторов в достаточном количестве; щелочные аккумуляторы только собирает и формует из заграничных полуфабрикатов; сухие элементы в недостаточном количестве, пополняемом частью заводом Электроугли и частью местными заводами в Ленинграде.

### Импорт.

В связи с этим рассмотрим импорт электроизделий. Импорт за 25/26 г. выразился в следующих цифрах:

| | Тыс. рублей по фактурн. ценам. | %% |
|---|---|---|
| Машины трансформаторы и части их . . . . . | 5 353 | 13,3 |
| Аппаратура . . . . . | 2 318 | 13,6 |
| Кабели и провода . . . . . | 713 | 4,2 |
| Лампы накаливания . . . . . | 1 917 | 11,3 |
| Электроустановочн. материал. . | 1 570 | 9,2 |
| Электроугольные изделия . . . | 173 | 1,2 |
| Газные электроизделия . . . . | 407 | 2,4 |
| Телеграф, телефон, радио . . . | 482 | 2,8 |
| Измерительные приборы . . . . | 871 | 5,1 |
| Аккумуляторы . . . . . | 303 | 1,8 |
| Электровозы . . . . . | 259 | 1,5 |
| Особо непоименованные изделия | 2 663 | 15,6 |
| Итого . . | 17 029 | 100 |

Машины, трансформаторы и аппаратура составляют 44% всего импорта, а если к этому добавить, что в статье особо непоименованных электроизделий есть значительное количество аппаратуры, то можно сказать, что машины, трансформаторы и аппаратура занимают половину или даже больше всего импорта электроизделий.

Машин импортировано на 3 051 т. р., из них генераторов к паротурбинам мощностью свыше 5 000 kW—11%, мелкие машины (0,1 kW и ниже) и машины, соединенные с вентиляторами, сверлилками и пр.—9%, а 80%—машины 0,1—5 000 kW частью специальные, в главной массе нормальные для русского производства.

Трансформаторов ввезено на 1 969 т. р., из них напряжением 33 000 V и выше 35%, а 65% трансформаторы нормального для русских заводов производства.

Машины, трансформаторы и аппаратура, не производимых на русских заводах типов, составляют всего около 20% импорта, а остальные 80% тех типов, которые русскими заводами производятся, но в недостаточном количестве.

Следующее место по величине импорта занимают лампы и установочный материал, составляющие вместе 20% всего импорта.

Импорт ламп состоит из 91,5% полуваттных ламп 7,2%—экономических и 1,3%—специальных. Здесь можно сказать, что импорт ламп экономических был совершенно излишним, значительная доля полуваттных—также излишняя.

Импорт электроустановочного материала также произведен в излишке и несвоевременно. Вообще про эти две статьи—лампы и установочный материал—необходимо отметить, что импорт не согласован с производством и в результате в конце 25/26 г. и еще в настоящее время в этой области? замечается? затоваривание у электротрестов.

Измерительные приборы—5,1% всего импорта можно разделить на 2 статьи: измерительные приборы, как тех типов, которые производятся у нас, так и тех, которые не производятся: динамо-метрические, феррариса, лабораторные—все вместе около 40% и счетчики 60%.

Импорт кабельных изделий на 25% состоит из эмалированной и с шелковой изоляцией проволоки, в 25/26 г. производившихся у нас в недостаточном количестве, а на 75% из обычных проводов и кабелей, заказанных за границей по различным соображениям, но не производственного характера.

Остальной импорт, который за выделением статьи особо непоименованных электроизделий, куда попадают все электроизделия, ясно не поименованные в тарифе, составляет около 10% падает на: угольные изделия, где половина составляют электроды, у нас не производящиеся, дуговые лампы, нагревательные приборы, трубки бергмановские, гальванические элементы, телеграф, телефон, радио, аккумуляторы и электровозы.

Если подвести итог, то можно сказать, что около 20% импорта падает на те изделия, которые у нас не производились в 25/26 г. совсем, а 80%—на изделия, производившиеся у нас в недостаточном количестве. Чтобы наиболее реально повлиять на импорт электроизделий в смысле его снижения, необходимо развернуть наше производство в первую очередь по динамостроению, а затем установочный материал и измерительные приборы. По лампам и измерительным приборам меры приняты, при чем по лампам это отразилось на импорте текущего года в сторону снижения импорта, а по измерительным приборам результатов можно ждать только в 27/28 г.

По установочному материалу импорт 26/27 г. можно ждать в уменьшенном размере, но только за счет излишка импорта в предыдущем году и временного снижения спроса, так как само производство мало разворачивается.

Хуже всего с динамостроением, развертывание которого запоздало по сравнению с ростом спроса и импорт в текущем году по этой статье можно ожидать значительно выше, чем в 25/26 г.

Сопоставление производства и импорта по основным видам электроизделий дает за 25/26 г. следующие результаты (импорт переведен в дов. руб.):

| | Производство. | Импорт. | Итого. |
|---|---|---|---|
| Машины и трансформаторы . . . . | 62% | 38% | 100% |
| Аппаратура . . . . . | 58% | 42% | 100% |
| Кабельные изделия . . . . . | 97% | 3% | 100% |
| Лампы . . . . . | 82% | 18% | 100% |
| Слаботочное пр-во без измерительных приборов . . . . . | 97% | 3% | 100% |
| Измерительные приборы . . . . . | 40% | 60% | 100% |
| Аккумуляторы . . . . . | 86% | 14% | 100% |

Общее потребление электроизделий в СССР за 25/26 г. можно ориентировочно наметить следующим образом, при чем электроизделия, израсходованные внутри электропромышленности, как полуфабрикат для другого завода, в счет не вошли:

| | Тыс. дов. рубл. | % % |
|---|---|---|
| 1. Производство заводов Главэлектро и Кабельного цеха Кольчугинского завода . . . . . | 98.000 | 74% |
| 2. Электротехническая продукция силикатной пром., воен. промышленности и прочей сред. и мел. промышленности . . . . . | 5.500 | 4% |
| 3. Импорт . . . . . | 27.800 | 22% |
| Итого . . . . . | 131.300 | 100% |

Импорт составляет 22% от всего потребления электроизделий, тогда как в довоенное время он составлял 35—40%.

Чтобы закончить с производственными вопросами электропромышленности, отметим технические достижения и новые производства последних 3-х лет.

### В динамостроении:

1. Поставлено производство генераторов к турбинам, выполнены генераторы для Волховстроя и Земо-Авчал, выпущены несколько генераторов к паровым турбинам до 3 000 kW, и в 26/27 г. намечен выпуск 15 шт.

2. Сконструирован новый тип трамвайного электродвигателя с искусственным охлаждением, который в работе выявил себя вполне удовлетворительным.

3. Разрабывается конструкция нормальных трехфазных электродвигателей облегченного типа, где весь электродвигатель на 30—40% легче существующих типов; пробные образцы дали удовлетворительные результаты.

4. Построены трансформаторы на 38 000 и хотя они имели конструктивные недостатки, но после их исправления работают удолетворительно.

5. Производство аппаратуры налажено полностью, включая масляные выключатели, измерительные трансформаторы, реле и пр. для напряжений до 28 000 V.

### В кабельном производстве:

1. Выполнен кабель трехфазного тока на 38 000 V для Волховстроя.

2. Поставлено производство эмалированной проволоки.

### В ламповом производстве:

Собственно говоря, все ламповое производство надо считать вновь поставленным и достигло оно следующих результатов: экономические лампы производятся в необходимом количестве и удовлетворительного качества, полуваттные—до 300 W.

Вместе с ламповым производством налажено и стекольное производство, так как раньше колбы импортировались. Производство нити для ламп лабораторно надо считать поставленным и проверенным, но не в достаточном масштабе, ожидается оборудование, которое даст возможность развернуть его до полного удовлетворения потребности.

### В фарфоровом производстве:

Поставлено производство изоляторов всех видов до 38 000 V вполне удовлетворительного качества.

### В слаботочном производстве:

1. Разработаны новые типы телеграфных аппаратов, которые в образцах дали удовлетворительные результаты.

2. Производство телефонных аппаратов и коммутаторов поставлено полностью, тогда как раньше они собирались из полуфабрикатов в значительной мере заграничного происхождения.

3. Поставлено производство автоматической телефонии, но выпуска еще не было.

4. Радио-производство надо считать в целом поставленным вновь, так как то, что производится теперь, не производилось раньше.

5. Развернуто производство измерительных приборов, вновь поставлено производство счетчиков, усилительных и генераторных ламп, рентгеновских медицинских ламп, ртутных выпрямителей и ламп.

В аккумуляторном производстве:

Поставлено производство различного вида мелких аккумуляторов, в том числе и переносного типа.

Кроме того вновь поставлено производство установочного материала сильного и слабого тока, бергмановских трубок и дюбелей.

Как видно из приведенного описания энергия электропромышленности была направлена по линии наиболее полного удовлетворения страны электроизделиями внутреннего производства, чтобы с одной стороны, сократить расход валюты, а с другой стороны, поставить электрохозяйство страны в наиболее независимое состояние от импорта. В этом направлении было много достигнуто, но к сожалению упущена из виду наиболее серьезная область— динамостроения. Произошло это потому, что до 24/25 г. потребность в этих электроизделях не выявлялась, в 24/25 г. она начала расти, на 25/26 г. намечно было вследствие этого расширение заводов, но с другой стороны, это расширение уже шло с опозданием, а с другой стороны, по финансовым возможностям государства проведено в недостаточной степени.

## Качество продукции по всем ее видам на основании работ Совещания по качеству. Сравнение с заграничными типами.

### Качество изделий.

Повышение качества изделий стало основной задачей, как только было закончено в главных частях восстановление производства главнейших отраслей электропромышленности.

В сильноточной промышленности начало этой работы естественно совпало во времени с подготовительными мерами к объединению обоих трестов.

Систематическая работа по повышению качества выпускаемых электропромышленностью изделий началась, след. около 2-х лет назад. Но в первый год организационная сложность обстановки, недостаток технического оборудования лаборатории и в цехах и пр. общие причины обусловили медленное выявление результатов предпринятых мер.

В настоящее время, благодаря производственно-технической работе этих лет, усилению заводских лабораторий и использованию заграничной технической помощи и работы наших Экспери-

ментальных Институтов, качество изделий электропромышленности значительно повысилось, хотя в отношении однородности продукция большой еще части электроизделий не достигла устойчивых норм.

В этом отношении Союзная электропромышленность значительно отстает от лучших европейских и американских заводов, при том самый ассортимент электроизделий у нас меньше, и в отношении многих ответственных машин и аппаратов (ассортимент наших) трестов до сих пор дополняется импортом.

Но уже уменьшение последнего характеризует не только уменье приурочивать валютные затраты лишь к необходимейшему заграничному ассортименту электроизделий за счет прекращения импорта массового продукта, вырабатываемого нашей электропромышленностью.

Эта возможность сжатия импорта характеризует, конечно, и возросшую способность давать по качеству продукт, отвечающий заграничному. Это полностью относится к нашей ламповой промышленности, почти ко всей кабельной, к большей части аппаратной, к телефонной телеграфной связи, к акумуляторной, изоляторной и др. отраслям электропромышленности.

При недостаточном современном обрудовании в некоторых из перечисленных отраслей, это повышение качества достигается за счет повышения количества бракованных изделий, т. е. за счет некоторого повышения себестоимости. Далее это будет указано по отдельным отраслям промышленности, где это имеет место.

Необходимо заметить, что малая еще производственная мощность наших машиностроительных заводов, вызывающая естественные нарекания потребителей на сроки приготовления, скрывает те достижения, которые сделаны в электромашиностроении и в техническом отношении, и в отношении качества выпускаемых изделий.

Также затемняются общие технические успехи всей электропромышленности теми промахами отдельных заводов, для которых не должно бы быть места по общему техническому уровню нашей электропромышленности, и которые оказываются неизбежными, так как не закончился еще процесс нормальной дифференциации производства электрических машин, аппаратов и пр. по отдельным заводам, а организационная перестройка после слияния сильноточных трестов лишь теперь приняла отчетливые формы.

Вышеуказанные замечания необходимо иметь в виду, при характеристике качества изделий электропромышленности, процесс

улучшения качества продукции идет быстрее, чем это может казаться потребителю.

Последнее общее указание по вопросам качества—это органический рост последнего—в силу поднятия технического и организационного уровня. Почти все отрасли электропромышленности в настоящее время вышли из состояния кустарщины или зависимости от чужих конструктивных форм, не связанных органически с научно-технической жизнью самих заводов и трестов.

В отдельных отраслях промышленности качество изделий сравнительно с заграничным представляется в следующем положении.

Трансформаторы. Показателем производственно-технических возможностей электропромышленности являются в первую очередь трансформаторы высокого напряжения большой мощности.

Типы мощностью до 10000 kW и напряжением до 38 kV прекрасно выдержали для первых же установок годовое сравнительное с американскими и зап.-европейскими конструкциями испытание в практической работе.

Обследование отдельных случаев аварий при начале их работы в сети выяснило, что причиной является несоответствующее обращение (неправильная сушка), невнимательная сборка, небрежная отправка с завода и т. п.

Характер аварии и указания на основании практической работы в сети говорят в отношении заводов об административно-организационных недостатках организации дела и о необходимости усиления контроля в самом производстве.

Одновременно они указывают, что конструкторским Бюро наших заводов при использовании всех указанных выше возможностей (лаборатории, заграничная техническая помощь, работа Экспериментальных Институтов), удастся держаться на высоком техническом уровне, и что у них имеется хорошая ориентировка в том, каковы реальные производственные и технологические возможности наших заводов, выполняющих проектируемые конструкции.

Упомянутые случаи аварии с первыми типами машин и эксплоатационные указания дали возможность через 2 года после выпуска этих трансформаторов уверенно переходить к конструированию новых типов силовых трансформаторов до 110 kV рабочего напряжения.

Если неполное соответствие назначению в новых конструкциях имеет временный и исправимый характер, к тому же при новых этапах развития техники, не всегда можно даже говорить в таких случаях о плохом качестве продукции. Можно к примеру упомянуть об установке Golpa, громадном достижении германской техники, известной некоторыми авариями и недостаточно правильной работой в течение более, чем годичного срока.

Таких явлений в восстановительный период нашего хозяйства естественно больше, чем наблюдается в технической жизни Америки или Зап. Европы.

Эти явления мы тоже относим к числу примеров неудовлетворительного качества продукции, но в прямом значении последним является, конечно, продукция массового производства, не соответствующая своему назначению.

Полезно остановиться, при выяснении положения с качеством продукции, на асинхронных электродвигателях, и в частности электродвигателях высокого напряжения.

Лишь год назад нам пришлось заниматься выяснением причин значительного количества аварий высоковольтных электродвигателей, имевших место вскоре после начала их работы. По этой причине весь данный заказ на них должен был быть признан неудовлетворительно выполненным. (Следует заметить, что некоторые из указанных германских фирм в послевоенный период в течение почти 3-х лет воздерживались от выпуска электродвигателей на напряжение выше 3 000 V из соображений производственно-технических и из-за ослабления производственной дисциплины в ценах).

Вместе с тем электропромышленность в состоянии в настоящее время уверенно гарантировать надлежащее качество электродвигателей на напряжение до 6 000 V.

И причина настоящих возможностей электропромышленности не просто в том, что она быстро учится на ошибках и учится, так сказать, за счет потребителя. Уже год назад существовали производственные и конструктивные возможности для выпуска удовлетворительного по качеству фабриката, но тогда организационная перестройка после слияния сильноточных трестов не была закончена. Объединение конструктивного и производственного опыта не было еще осуществлено. И вместо специализации производства по естественным рессурсам отдельных заводов еще дей-

ствовали последствия нездоровых сторон прежней конкуренции, между прочим казавшейся потребителю выгодной.

Приведенный пример выявляет, почему Главэлектро считает возможным и государственно необходимым в некоторых случаях почти одновременно с утверждением у потребителя скептического отношения к качеству получаемых электроизделий, настаивать на полной возможности передачи заказов нашим электротехническим трестам.

Не останавливаясь далее подробно на анализе явлений, определяющих в данный момент качество отдельных групп электроизделий, можно в основном охарактеризировать положение этих отдельных групп следующим образом.

ГЭТ'ом введена в производство и с будущего операционного года появляется на рынке стандартная серия нового типа асинхронных электродвигателей, выдерживающих сравнение по своей легкости и продуманнности конструкции с лучшими заграничными электродвигателями.

Для прочих групп машин и аппаратов массового выпуска переработка типов для большей части не закончена еще, но в текущем операционном году реорганизован производственный контроль в целях исключения возможностей пропуска неудовлетворяющих нормам деталей и готовых изделий.

Со специальными заказами—электродвигатели для прокатных цехов (группа Кремера, напр.), отдельные генераторы для гидравлических станций и пр. электропромышленности удается справляться вполне удовлетворительно, только период установки в силу недостатка в квалифицированном техническом персонале обычно удлиняется сравнительно с заграничными фирмами.

В кабельной промышленности установившиеся формы производственного контроля в настоящее время дают достаточную гарантию и за однородность продукции, и за надлежащее ее качество.

Не вырешен еще окончательно вопрос о сырье для облегченного (не нормированного) типа проводов и шнуров с резиновой изоляцией. В процессе разработки и вопросы сплошных кабелей напряжения выше 30 kV и некоторые вопросы, связанные с проводами для передач, выше 110 kV.

Производство эмалированной проволоки не только поставлено в размерах, полностью удовлетворяющих спрос, но и технологиче-

ски в настоящее время проработано полностью, до производства лаков включительно.

По качеству эмалированная проволока наших заводов теперь не ниже нормальной заграничной. Это не останавливает проработку вопросов дальнейшего совершенствования производства.

В ламповой промышленности успешно совершается переход полностью на материалы собственного производства с установкой выработки вольфрамовых и молибденовых нитей.

Качество пустотных ламп нужно охарактеризовать выше, чем удовлетворительное.

Вполне удовлетворительно качество газонаполненных, угольных, автомобильных ламп. Процесс производства и организация производственного контроля гарантирует и однородность продукции. Разрешены и изжиты недостатки в цоколевании ламп и др.

В фарфоровом производстве до окончания переоборудования заводов качество выпускаемой продукции поддерживается на надлежащем уровне не только за счет производственного контроля, но и за счет браковки при испытании готовых изделий. Это относится и к высоковольтному, и к установочному фарфору.

В текущем году можно ожидать выпуска подвесных изоляторов высокого напряжения по нормам и выработки установочного материала по калибрам, дающим возможность правильной массовой сборки установочного материала.

Установочный материал в массе своей до сих пор не вполне удовлетворителен по качеству.

С получением надлежащего фарфора и установлением калибров для выработанных, согласно последним повышенным нормам новых типов, установочного материала будет обеспечена серийная выработка и, след., массовый выпуск. Поэтому на выпуск установочного материала только высокого качества можно рассчитывать в крупном масштабе лишь с будущего операционного года.

В электроугольном производстве в настоящее время с неполным ассортиментом нашего сырья удается получать почти все требуемые рынком изделия удовлетворительного качества.

Методика испытания продукции, в частности щеток, в настоящее время окончательно проработана. Вопрос выпуска всего изделия электроугольной промышленности высокого качества связан

с окончанием работ по сырью и с дооборудованием завода, т. е. может быть осуществлен к будущему операционному году.

В слаботочной промышленности в области проволочной связи в настоящее время всюду, где удается получать основные материалы надлежащего качества, достигнуто нормальное качество продукции.

Для сложных установок нередки задержки в сдаче их. Но можно отметить, что сданные телефонные станции показывают высокие эксплоатационные качества,—отчетливость и устойчивость работы и малое число повреждений.

Телефонные трансляции—более высокого качества, чем технические условия 1925/26 года.

В отношении эксплоатационных качеств диспетчерские телефоны не уступают американским (незначительное число повреждений). Вообще специальная аппаратура—напр. индуктора, термические катушки, телефонные трансформаторы, и предохранители и пр.—надлежащего качества. Нет более нареканий и на последние выпуски шнуров, кроссовых и др.

В установках беспроволочной связи до сих пор не изжиты затруднения с плохим качеством материалов силовой части установок.

Невысокое по однородности качество сырых материалов (магнитная сталь и др.) до сих пор не дает возможности гарантировать устойчивое действие для всей массы приборов широкого потребления.

В области измерительных приборов необходимо отметить недостаточность ассортимента и относительную дороговизну измерительных приборов, в виду сравнительно небольшого производства их.

В отношении однофазных счетчиков переменного тока поверка их работы у абонентов Электротока в Ленинграде констатировала полную удовлетворительность и надежность их работы в настоящее время (% отклонений выше нормально-допускаемых ок. 3-х, не более, чем за границей).

Качество свинцовых аккумуляторов не вызывает нареканий со стороны потребителей и стоит заграничной продукции за исключением анодных батарей. В настоящее время и этот тип сконструирован удовлетворительного качества, но выпуск его на рынок

задерживался до последнего времени из-за стеклянных сосудов, производство которых только налаживается.

Развитие производства щелочных аккумуляторов поставлено на очередь, равно так и специальных типов переносных батарей, для нужд железных дорог и автотранспорта.

В производстве гальванических элементов за последние полтора года произведена коренная переработка технических условий на все виды сырья и материалов на основании лабораторных изысканий и исследований, затрагивающих самые методы производства.

Это даст возможность увеличить емкость элементов до 25%, с оборудованием нового завода при употреблении нашего минерального сырья, увеличение емкости достигнуто в настоящее время на 10%.

Предпринятая Главэлектро совместно с ведомствами-потребителями работа по пересмотру стандартных типов элементов в ближайшее время даст упрощение, а, следовательно, улучшение и удешевление производства этих типов.

Второй основной вопрос качества элементов—минимальный саморазряд—лишь частично разрешается улучшением фабрикации и соответствующим подбором материалов.

Радикальное разрешение его намечено введением новых типов элементов, из которых некоторые виды типа Фери вводятся уже в производство, другие находятся в стадии изысканий.

Суммируя приведенные указания в отношении качества электроизделий приходится признать, что основной недостаток нашей продукции — неоднородность ее — еще не изжит в значительной, хоть и меньшей части электропромышленности.

Выпуск однородной, удовлетворительной по качеству, продукции в этой части зависит от дооборудования некоторых заводов и лучшей сырьевой базы, т. е. от организации других отраслей союзной промышленности, следовательно, эта неоднородность будет еще иметь место в ближайшие 2 года, хотя и в уменьшающихся размерах.

Но достигнутое значительное повышение общего технического и производственного уровня на наших заводах уже в настоящее время обеспечивает возможность, путем организации соответствующего контроля и браковки, повышать качество изделий и их одно-

родность всюду, где это допустимо с точки зрения возможной себестоимости и спроса.

**Капитальные работы.**

Для достижения указанных выше выпусков, превышавших уже довоенные размеры, электропромышленость, прежде всего, принялась приводить в порядок доставшиеся ей заводы, производя капитальный ремонт и пополняя оборудование. При этом некоторые заводы были пущены даже совершенно по другому производству. чем они занимались раньше, как например:

1. «Электроаппарат» бывш. зав. Сименс-Шуккерт (Ленинград, Васильевский Остров), изготовляющий раньше преимущественно военно-морские заказы различного содержания, в том числе и взрыватели, переоборудован в 1925/26 г. на производство аппаратуры распределительных устройств.

2. «Электрик» также выполнявший различные изделия, приспособлен под производство динамостроения, установочного материала, арматуры и трамвайной аппаратуры.

3. «Электровакуумный» быв. «Робтип», переоборудован на производство электровакуумных приборов, как: усилительные и генераторные радио-лампы, ртутные выпрямители, усилительные лампы и проч.

Вместе с этим электропромышленность добилась тогда с большими трениями присоединения к себе чужих заводов и построек и приспособила их к производству электроизделии, как например:

1. Елоховский ломбард в Москве, где устроена фабрика электрических ламп накаливания.

2. Фарфоровые заводы: им. Артема, бывш. Эссен в Риге, эвакуированный в Славянск и «Пролетарий», бывш. Корнилова в Ленинграде, которые приспособлены под производство изоляторов.

3. Стекольные заводы: Запрудненский под Москвой и «Дружная Горка» под Ленинградом, приспособленные под производство стекла для ламповых фабрик.

4. Арматурная фабрика в Москве, где налажено производство электрической осветительной арматуры.

5. Зав. «Металл» в Москве, где поставлено производство бергманских трубок и прокатка железной брони для кабелей.

6. Зав. им. Коминтерна, бывш. Радио-завод Морведа.

7. Завод «Мосэлемент» в Москве с производством элементов.

8. Завод бывш. Герлях Пульст в Харькове, присоединенный к Харьковскому машиностройтельному заводу для производства машин и чугунного ситья.

9. Завод бывш. Артур Коппель в Ленинграде, присоединенный к заводу «Электросила» для производства машин.

10. Помещение бывш. Проводник в Москве. В этом громадном здании намечана организация заводов: Трансформаторного, Лампового, Механического и Прожекторного.

11. Здания Военно-Топографического Управления в Ленинграде, приспособленные под завод измерительных приборов и счетчиков.

Последние 4 завода (8. 9, 10 и 11) получены только в виде зданий без оборудования, причем помещение «Проводника» и здание Военно-Топографического Управления требует больших расходов еще на постройку.

Крупные работы нечались только с 1924/25 г., на них и остановимся:

Как видно из нижеприводимой таблицы, всего капитальных работ за три года, считая и программу работ 1926/27 г., выполнено и выполняется на сумму 35 216 тыс. рубл., из них:

| | |
|---|---|
| Расширение мощности заводов . . . . | 28 896 т. р. |
| Капитальный ремонт . . . . . | 4 656 „ „ |
| Жил. строительство . . . . . | 1 664 „ „ |

Когда 1924/25 г. покалал, что выпуск заводов почти равен их пропускной мощности, начаты были энергичные работы по усилению их мощи, с одной стороны, в виде восстановления, с другой пополнения оборудования и инструмента. Никаких крупных работ ни по строительству, ни по оборудованию в этом году отметить нельзя; вся сумма в 6 600 тыс. рублей раскладывается по всем заводам и преимущественно по динамостроительным, ламповым с стекольными и слаботочными.

В 1925/26 г. начаты уже крупные строительные работы, как по приспособлению указанных выше присоединенных зданий, так и по расширению существующих заводом. Оборудования, в виду валютных затруднений, получено сравнительно мало, так что строительные работы дают эффект преимущественно в текущем 1926/27 г.

## Капитальные работы электропромышленности в тыс. рубл.

| | | Расшир. мощности зав. | | | Капитальн. ремонт | Жилстроительс. | Итого капит. работ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Новострр. | Новообор. | Итого | | | |
| Динамостроение | 1924/25 | 263 | 1 628 | 1 891 | 549 | 16 | 2 456 |
| | 1925/26 | 2 527 | 1 860 | 4 387 | 774 | 50 | 5 211 |
| | 1926/27 | 2 001 | 4 013 | 6 013 | 587 | 570 | 7 170 |
| Кабельное пр-во | 1924/25 | 33 | 216 | 249 | 32 | 9 | 290 |
| | 1925/26 | 707 | 286 | 993 | 283 | 23 | 1 299 |
| | 1926/27 | 572 | 586 | 1 158 | 291 | 15 | 1 464 |
| Ламповое пр-во . | 1924/25 | 236 | 472 | 708 | 70 | — | 778 |
| | 1925/26 | 854 | 429 | 1 283 | 77 | — | 1 360 |
| | 1926/27 | 289 | 508 | 797 | 88 | — | 885 |
| Стекольное пр-во . | 1924/25 | 803 | 218 | 1 021 | 124 | 43 | 1 188 |
| | 1925/26 | 440 | 161 | 601 | 108 | 132 | 831 |
| | 1926/27 | 198 | 185 | 383 | 116 | 70 | 569 |
| Фарфоровое пр-во . | 1924/25 | 167 | 295 | 492 | 83 | 11 | 556 |
| | 1925/26 | 276 | 116 | 392 | 200 | 1 | 593 |
| | 1926/27 | 253 | 150 | 408 | 88 | — | 491 |
| Слаботочное пр-во . | 1924/25 | 30 | 824 | 854 | 135 | 20 | 1 009 |
| | 1925/26 | 436 | 1 002 | 1 438 | 403 | 190 | 2 031 |
| | 1926/27 | 523 | 1 774 | 2 297 | 303 | 360 | 2 950 |
| Аккумулят. пр-во . | 1924/25 | 6 | 11 | 17 | 45 | — | 62 |
| | 1925/26 | — | 21 | 21 | 49 | — | 67 |
| | 1926/27 | 506 | 252 | 758 | 55 | 100 | 913 |
| Разные пр-ва . . . | 1924/25 | 85 | 124 | 209 | 45 | 7 | 261 |
| | 1925/26 | 537 | 191 | 728 | 82 | 24 | 833 |
| | 1926/27 | 777 | 1 056 | 1 833 | 63 | 34 | 1 939 |
| Итого электропромышленность . . | 1924/25 | 1 623 | 3 788 | 5 411 | 1 083 | 106 | 6 600 |
| | 1925/26 | 5 777 | 4 066 | 9 843 | 1 972 | 420 | 12 235 |
| | 1926/27 | 5 120 | 8 522 | 13 642 | 1 601 | 1 138 | 16 381 |

В 1926/27 г. продолжаются нагретые в 1925/26 г. работы по расширению заводов и строится один новый элементный.

Рассматривая капитальные работы по отдельным производствам, можно отметить следующее:

### Динамостроение.

На это производство, как на наиболее отсталое в смысле возможности удовлетворить спрос рынка, было с самого начала обращено наибольшее внимание и капитальные работы по нему занимают около 40% всех капитальных работ электропромышленности.

В 1924/25 г. наибольшие суммы вложены в Харьковский завод и преимущественно в оборудование и инструменты; затем идут «Динамо» и «Электросила». Крупных построек не велось.

В 1925/26 г. приобретаются за 850 тыс. рубл. корпуса бывш. Герлях и Пульст, расположенные на соседнем с Харковским заводом участке, эти корпуса приспособливаются под чугунно-литейную и под производство нормальных машин.

На заводе «Динамо» начинается постройка корпуса для развития производства трамвайных электродвигателей.

На заводе «Электросила» присоединенное помещение бывш. Артур Коппель приспособливается под производство машин постоянного тока наиболее требуемых мощностей.

Завод «Электроаппарат» приспособливается (был на консервации) под производство аппаратуры.

Начаты строительные работы в помещении «Проводника» для приспособления его под трансформаторный завод.

Вместе с этим пополняется оборудование всех заводов и преимущественно Харьковского завода, а затем «Динамо» и «Электросила».

В 1926/27 г. продолжаются работы, начатые в предыдущем году, и готовые помещения заполняются частично оборудованием. В этом году начинает работать корпус бывш. Герлях Пульст, новый корпус на «Динамо», «Электроаппарат» развертывается почти на полную мощность и Трансформаторный завод к концу года получит мощность выпуска в 5 000—6 000 тыс. дов. рубл. (1-ая очередь).

Вместе с этим продолжает пополняться и оборудование основных корпусов заводов, как для заполнения узких мест, так и для производства, согласно намеченной специальности завода.

## Кабельное производство.

Этому производству, хотя оно и дает около 30% всего выпуска электропромышленности (по Главэлектро, считая по червонным ценам) и не меньше динамостроения, пока уделяется, однако, мало внимания и капитальные работы по нему составляют около 9% всех капитальных работ. Объясняется это тем обстоятельством, что у этих заводов есть еще запас мощности и они легче допускают работу в несколько смен. Хотя оборудование кабельных заводов сильно изношено и интенсивное его использование может окончательно вывести его из строя, тем не менее при ограниченности общего размера капитальных работ на кабельное производство уделялась незначительная доля их.

В 1924/25 г. производится почти исключительно капитальный ремонт и весьма наибольшие суммы были затрачены за пополнение оборудования.

В 1925/26 г. начата постройка корпуса для меднопрокатного завода на Русскабеле и корпуса для силовых кабелей на Севкабеле и одновременно около 300 тыс. рубл. затрачивается на пополнение оборудования.

1926/27 г. продолжаются работы предыдущего года и на оборудование затрачивается уже около 550 тыс. рубл.

Ламповое производство, — составляя в выпуске электропромышленности всего 9%, получило капитальных затрат не меньше кабельного, а если к нему прибавить еще стекольное производство, которое в сущности надо рассматривать, как один из цехов лампового, то вдвое больше кабельного. Из основных строительных работ производились: в 1925/26 г. и окончание в 1926/27 г. — приспособление помещения Проводник под Московское ламповое производство со всеми вспомогательными производствами, как: изготовление нити, цоколей, аргона; перевод намечен пока только вспомогательных производств разбросанных в настоящее время в разных местах, перевод же самих ламповых фабрик пока еще задержан.

По стекольному производству строился новый завод в Москве Рогожско-Ленинский, на что затрачено около 900 т. р. и в значительной степени переустраивался завод «Дружная Горка», что обошлось тоже свыше 1 000 тыс. рубл.

Кроме того, все годы пополнялось оборудование ламповых фабрик новым, как импортным, так и собственной конструкции, для механизации производства, вытесняющей ручной труд и тем удешевляющей себестоимость ламп; значительно развернуто и лабораторное оборудование. Результат этих затрат: ламповое производство до 1924/25 г. почти не существовало, так как выпуск был мал, лампы плохого качества и очень дороги, производство в основном материале зависило от импорта; в настоящее время, ламповое производство развернуто до полного удовлетворения спроса, кроме специальных ламп и полуваттных свыше 300 W, качество ламп вполне удовлетворительно, к концу 1926/27 г. будет полностью из русских материалов, и стоимость снизилась настолько, что все затраты, как по стекольному, так и по ламповому производству покрываются той выгодой, которая получена от снижения себестоимости за период затрат по настоящее время против 1923/24 г.

Столь быстрым эффектом от вложения средств и объясняется то обстоятельство, о котором было упомянуто выше, а именно, производство само по себе занимает не крупное место, а затрат на него произведены больше, чем на кабельное.

### Фарфоровое производство.

Фарфоровое производство к началу рассматриваемого периода так же, как ламповое, было в зачаточном состоянии: высоковольтные изоляторы были неудовлетворительного качества и в недостаточном количестве.

За указанный период восстановлен завод «Пролетарий» бывш. Корниловский, что обошлось свыше 600 тыс. рубл., расширены здания «Изолятора» и им. Артема, и устроены испытательные станции.

В результате мощность заводов вполне достаточна для удовлетворения спроса в высоковольтном фарфоре и снабжения производства установочных материалов фарфоровыми частями. Что касается изоляторов подвесного типа для сетей 110 000 V, то выпуск их еще не осуществлен из за невозможности наладить производство арматуры к ним и вместо них выпускается низко вольтный фарфор, в чем, собственно говоря, нужды нет, так как этим делом с успехом могут заниматься заводы силикатной промышленности.

## Слаботочное производство.

Заводы Слабого Тока, главным образом, пополняли свое оборудование более совершенным инструментом, не ведя строительных работ, только в 1925/26 г. начата достройка полученных зданий Военно-Топографического Управления и организация в них завода измерительных приборов и счетчиков, который к концу 1926/27 г. должен уже работать. Стоимость этого завода около 1 550 тыс. рубл.

## Аккумуляторное производство.

Старые заводы ограничивались преимущественно капитальным ремонтом и только в 1926/27 г. ассигнуется около 700 тыс. рубл. на постройку завода элементов в Москве, который работать начнет в 1927/28 году.

## Разные производства.

В числе разных производств развертывается производство электроугольное, на что затрачивается свыше 700 тыс. рубл. и где расширяется щеточный корпус, строится сажевый завод и сменяется устарелое оборудование. Затем арматурное производство, по которому строится эмалировочно-жестяничный цех и заготовляется новое оборудование, так как существующая арматурная фабрика оборудована кустарно.

Около 850 тыс. рубл. затрачивается на завод «Металл», переводящийся в помещение Проводника и получающий, кроме расширения производства кабельной брони и бергманских трубок, новые задачи, как горячая штамповка мелких изделий, болтовое производство и механические работы по оборудованию других заводов.

Завод «Карболит» пополняет, главным образом, свое оборудование.

Кроме того, по всем вообще заводам затрачиваются все время крупные в общей сложности суммы на работы мелкого характера, как постройка и расширение складов, кузниц, литейных, транспорта внутреннего и наружного и пр., что необходимо для нормальной жизни завода.

**Рационализация.**

Наряду с капитальными затратами на всех заводах шла рационализаторская работа по производству, которая вела к лучшему использованию основного капитала, улучшению качества и удешевлению стоимости производства и лежала в основе направления затрат.

Рассмотрим эту область по производствам:

## Динамостроение.

В этом производстве коренное зло было в универсальности заводов, что обуславливало производство отдельных видов изделий, в мелком масштабе и в нескольких местах. Естественно, появилась мысль производство сконцентрировать, и завод, таким образом, специализовать. Пока существовали два Электротреста, между которыми заводы были поделены, вопрос о специализации никак не налаживался, потому что каждый Электротрест стремился сам делать все для него необходимое. Это затруднение послужило одним из поводов для слияния двух Электротрестов в один ГЭТ.

После слияния вопрос о специализации облегчился в значительной степени, так как работники Треста стали активно проводить эту идею в жизнь, встречая, правда, иногда пассивное сопротивление со стороны заводских работников, которые легко соглашаются увеличивать загрузку завода в той или иной продукции, но с большим трудом выпускают из своих рук производство тех изделий, к которым они уже привыкли.

В течение 1925/26 г. наметилась следующая специализация динамостроительных заводов:

### Харьковский завод.

Машины постоянного тока до 100 kW, трехфазные электродвигатели 40—100 kW, автосинхронные электродвигатели трехфазного тока, быстроходные трехфазные двигатели, крановые электродвигатели трехфазного тока двигатель-генераторы до 100 kW, генераторы до 100 kW, генераторы переменного тока до 100 kW, одноякорные преобразователи, потенциал-регуляторы.

## Электросила.

Генераторы к паровым турбинам и ртутные выпрямители в металлических корпусах.

Что касается больших тихоходных генераторов, крупных синхронных машин и конденсаторов, и машин переменного и постоянного тока свыше 100 kW, то их производство ведется параллельно на Харьковском заводе и на Электросиле в зависимости от района клиента и характера оборудования.

Харьковский завод нормальных машин: электродвигатели трехфазного тока 5—40 kW (ленточное производство).

Ленинградский завод нормальных и специальных машин: нормальные машины постоянного тока 4—28 л. с., коллекторные двигатели для ватеров, ткацкие электродвигатели, электродвигатели трехфазного тока 0,25—5,0 kW, электродвигатели чесальные и для банко-брошей, электродвигатели нефтяной промышленности, компенсированные электродвигатели, трехфазные коллекторные электродвигатели.

Динамо: — тяговые и крановые электродвигатели с их аппаратурой и машины для освещения поездов.

Завод Вольта: — отливки, аккумуляторные тележки и радиомашины.

Завод Электрик: — малые электродвигатели 0,02—0,25 л. с., сварочные, заколочные и нагревательные аппараты, установочный материал.

Трансформаторы выделяются на вновь организующийся специальный завод.

Аппаратура производится на Аппаратном заводе Харьковского динамостроительного завода до 2 000 V, и на вновь организуемом «Электроаппарате» для напряжений свыше 2 000 V; Харьковский Аппаратный завод предполагалось расширить до двойной мощности.

Эта специализация намечена, как конечная цель пяти лет, и переход к ней должен быть постепенный. В 1925/26 г. осуществление этой цели выявилось в следующем:

1. Начато оборудование нового трансформаторного завода.

2. Приобретено здание б. Герлях Пульст для завода нормальных машин переменного тока в Харькове, и б. Артур Коппель в Ленинграде для завода нормальных и специальных машин.

3. Начато приспособление «Электроаппарата».

4. Пополнение оборудования заказывается в соответствии с намеченной специализацией.

5. Между заводами «Динамо», Харьковским и «Электросила» начато перераспределение их загрузки отдельными видами продукции динамостроения путем сокращения выдачи заказов на один завод и усиления выдачи их на другой завод, который на этот вид продукции специализируется.

Как следствие такой специализации, каждый завод более углубленно изучает и реорганизует как конструкцию, так и самый производственный процесс намеченного для него вида продукции, не разбрасываясь по многим заданиям. Так в настоящее время, «Электросила» углубляется в производство генераторов к паровым турбинам, «Динамо»—трамвайных электродвигателей, Харьковский завод—номинальных машин трехфазного тока.

В производстве изучаются сами станки как в смысле износа, так и в смысле их конструктивных особенностей, что дает возможность назначать работу именно на тот станок, который ее выполнит и тщательнее и скорее. Нормализуется режущий инструмент, освобождая производства от индивидуальной заточки инструмента каждым рабочим, что дает возможность получать работу одномерного качества и в одно и то же время, используя станок максимально. Вырабатывается система применения калибров и допусков, что создает однородность продукции и уменьшит доработку деталей при их сборке. Сокращается ассортимент расходуемых в производстве материалов путем выработки нормального ассортимента материалов. На Харьковском заводе разработаны нормы для чертежей, как в смысле размеров их, так и заполнения, размещения деталей, обозначения, нумерации, указания обработки допусков в отливке и обработке; это, кроме удешевления чертежного хозяйства, даст возможность облегчить пользование чертежами и ими сможет пользоваться менее квалифицированный рабочий.

Произведены опыты поточного производства на заводе «Электросила» по электродвигателям постоянного тока. Первая ячейка дала благоприятные результаты. Этот опыт в настоящем году расширяется на заводе «Электросила» и переносится на Харьковский завод.

Наравне с увеличением выпуска применение поточного способа производства дало и другой результат: разбивая производство на

отдельные операции и изучая их продолжительность, одновременно пришлось особо внимательно и тщательно посмотреть станки, их состояние, способ обработки, приспособление, инструмент, фиксируя внимание на мельчайших деталях, которые в обыкновенном производстве ускользают от внимания не только заведующего производством, но даже и мастера цеха. В порядке этой работы найдены такие улучшения, которые могут быть применены и в остальном производстве, где поточный способ не применяется.

## Кабельное производство.

В кабельном производстве произведена специализация между двумя Московскими заводами, причем параллельные цеха или объединены в один с переброской оборудования, или разграничены в продукции. В настоящее время производство между этими заводами распределено следующим образом:

Баскаковский: Изолированные провода и шнуры, телефонные кабели, обмоточные провода до 0,6 mm в диаметре и волочение до 0,8 mm.

Рускабель: Силовые кабели, обмоточные провода свыше 0,6 mm, прокатка, волочение диаметров свыше 0,8 mm. Силовые кабели в коротких концах, а также в случае невозможности их выполнить в надлежащий срок на Рускабеле, выполняются н-Баскаковском заводе.

## Ламповое производство.

В ламповом производстве беспрерывная работа над процессом производства с химической и технологической его стороны; ручная работа заменяется автоматами, операции планируются с тем, чтобы полуфабрикат совершал короткий путь от операции к операции; в этом производстве, прежде всего, и тщательнее всего поставлен учет работы и контроль полуфабрикатов, так как обнаружение брака в готовой лампе по большей части обозначата уничтожение или всей лампы или большей ее части, что даст крупный убыток.

Для поднятия качества лампы необходимо было изучить все химические и физические процессы в ней, что потребовало больших и весьма сложных опытов и исследований.

Необходимость создать требуемого качества стекло — легкое в обработке на ламповой фабрике и дешевое по своей выработке, что означает минимальный брак в самом стекольном производстве, также потребовало большой чисто опытной работы по стеклу.

Вообще ламповое и стекольное производства все последние годы шли под флагом постоянных изысканий и улучшений.

## Фарфоровое производство.

В фарфоровом производстве, как и в ламповом, большое внимание было уделено лабораторным работам по изысканию подходящей массы, процессу ее обработки, сушки и обжига и подысканию необходимой формы высоковольтного изолятора. Обжиг изолятора сокращен по времени вдвое, введено тщательное наблюдение за температурой обжига, обработка изолятора расчленена на большее количество операций, операции распланированы в их естественной последовательности, введен способ горизонтальной обточки.

## Слаботочное производство.

На заводах Слабого Тока выработана, как в динамостроении специализация и постепенно проводится в жизнь:

1. Производство измерительных приборов и счетчиков выносится на специально оборудованный завод, тогда как до сих пор оно шло на двух заводах, в основном занятых другой продукцией.

2. Телефония, которую вели параллельно на трех заводах, сосредодочивается на двух, причем так, что на заводе «Красная Заря» будут выполняться автоматическая телефония, коммутаторы, трансляции и вообще сложные телефонные устройства, а на Нижегородском заводе — аппараты и их запасные части.

На заводе им. Кулакова временно остается производство телефонов Ленинградского типа.

3. Радио-производство также распределяется с целью сокращения параллелизма; на заводе им. Казицкого — сложная аппаратура приемных и передаточных станций, на заводе Морзе — радио-любительская приемная аппаратура, на заводе им. Кулакова — репродукторы.

Проводится управление производством через Планово-Распределительное Бюро, задающее работу каждому станку и наблюдающее за соответственной загрузкой оборудования и ходом полуфабриката. Внедряется работа по допускам, что пока введено в производстве реле, искателей, токораспределителей, счетчиков и измерительных приборов.

Производство частично перепланировано в соответствии с требованием кратчайшего пути материалов в производстве.

Сделаны опыты ленточного производства в сборке счетчиков и выработке телефонных звонков.

## III. Торговая деятельность электропромышленности.

### Торговая сеть.

У каждого из упомянутых выше Электротрестов своя торговая сеть. Список отделений, инженерных бюро и магазинов дает представление об охватываемой территории.

Наиболее полно охвачена вся страна торговой сетью электропромышленности сильного тока — ГЭТ'ом. Имея 16 отделений с 18-ю подчиненными им Инженерными Бюро и 61 магазином, она обнимает весь СССР, включая Крым, Кавказ, Среднюю Азию, Сибирь и Дальний Восток.

Остальные Электротресты имеют слабо развитую торговую сеть, которая, кроме Москвы и Ленинграда, включает в себя Украину и Ростов Н/Дону, а у Аккумуляторного Треста еще и Поволжье.

Организация сети ГЭТ'а такова: в Правлении имеются специальные отделы: Центральных Станций, Промышленных Установок, Трамвайный и Железнодорожный; заказы принимаются исключительно через Отделения. Крупные монтажные работы, принятые Отделениями, выполняются указанными выше Отделами, установки до 300 kW они выполняют сами.

В остальных Электротрестах заказы в равной степени принимаются и Правлением и Отделениями, тем более, что у них в городе Правления нет отделения, тогда как у ГЭТ'а в Москве и Правление и Московское Отделение; крупные монтажи ведутся силами Правления.

Торговая деятельность Электротрестов выражается:

1. в продаже своих изделий в розницу и оптом,

2. в продаже чужих изделий, поскольку они нужны для пополнения ассортимента, или, если не хватает своих, как фарфор, установочный материал, шурупы, механические двигатели и пр.

3 в производстве монтажей по электрооборудованию и электроосвещению и целых станций.

Монтажная деятельность составляет коренное отличие торговой сети Электротрестов от других подобных организаций. Это обстоятельство заставляет держать большой технический штат инженеров, техников и монтеров. Но и помимо монтажной деятельности, технический персонал отделений и отделов принимает близкое участие в поставках, является консультантом для заказчика в выборе подходящего оборудования, хотя бы монтаж и не велся Электротрестом.

Персонал торговой сети состоит на 1-е октября 1926 г. из 3 459 человек, из них 1 928 служащих и 1 531 — рабочих.

## Обороты.

Оборот электропромышленности за последние годы выразился в следующих цифрах:

Данные за 1925/26 г. по ориентировочным цифрам, так как балансов еще нет.

Оптовая продажа, где почти целиком продукция своих заводов занимает около $^2/_3$ всего оборота.

Розничная продажа, где есть и чужая продукция, составляет около 13% оборота и монтаж около 20%, причем в монтажных работах включена и стоимость монтируемой своей и чужой продукции.

Список торг. отделений Госуд. Треста зав. Слабого Тока

| №№ по порядку | Наименование отделения | Колич. магаз. |
|---|---|---|
| | Правление, Ленинград . . | 1 |
| 1 | Московское, Москва . . | 1 |
| 2 | Украинское, Харьков. . . | — |
| 3 | Юго-Восточное, Ростов н/Дону. . . . . | — |

Список торговых отделений Аккумуляторного Треста

| №№ по порядку | Наименование отделения | Наименование подведомственных инжбюро | Колич. магаз. |
|---|---|---|---|
| | Правление, Ленинград . . . | Зарядн. станция | 1 |
| 1 | Московское отделение . . . | Зарядн. станция | 2 |
| 2 | Украинское, Киев . . . . . | | 1 |
| 3 | Харьковское Пр-во . . . . | | 1 |
| 4 | Поволжское Пр-во, Саратов. | | — |
| 5 | Северо-Кавказское Пр-во г. Ростов на Дону . . . | | — |

Список торговых отделений завода «Карболит».

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Правление — Москва . . . | | — |

**Список монтажно-торговых отделений ГЭТ'а и подведомственных им инжбюро.**

| №№ по порядку | Наименование отделения | Наименование подведомственных инжбюро | Колич. магаз. | Район деятельности |
|---|---|---|---|---|
| | Правление — Москва. . . | | | |
| 1 | Московское. . . . . | 1. Нижегородск.<br>2. Ив.Вознесенск.<br>3. Тульское<br>4. Ярославское<br>5. Казанское<br>6. Брянское<br>7. Тверское | 16 | Центрально-Промышленная Область |
| 2 | Ленинградское. . . . . | 1. Вологодское | 10 | Сев. Зап. Обл. |
| 3 | Харьковское . . . . . | | 3 | Украина |
| 4 | Киевское . . . . . | | 3 | |
| 5 | Одесское . . . . . | 1. Николаевск. | 4 | |
| 6 | Днепропетровское . . . . | | 1 | Донбасс |
| 7 | Ростовское, Ростов Н Д . | | 3 | Сев. Кавказ |
| 8 | Тифлисское . . . . . | | 3 | Груз. Армения |
| 9 | Бакинское . . . . . | | 2 | Азербайджан |
| 10 | Саратовское . . . . . | 1. Самарское<br>2. Сталинградск. | 4 | Поволжье |
| 11 | Ташкентское . . . . . | | 1 | Туркменистан |
| 12 | Свердловское . . . . . | 1. Пермское | 2 | Уральск. Обл. |
| 13 | Сибирское, Н. Сибирск . . | 1. Омское<br>2. Томское<br>3. Владивостокск. | 3 | Сибирь и Д. Восток |
| 14 | Крымское, г. Севастополь . | 1. Симфероп. | 3 | Крым |
| 15 | Минское . . . . . | 1. Гомельское<br>2. Смоленское | 2 | Белоруссия |
| 16 | Грозненское . . . . . | | 1 | |

## Реализация электропромышленности (в тыс. рубл.).

| | ГЭТ | | ЭТзСТ | | Аккумулят. | | Карболит | | Всего | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | в 1923/24 г. | | | | | | | | | |
| Продажа оптом . . | 24 580 | 67,5 | 3 607 | 86 | 2 400 | 95 | 270 | 90 | 30 857 | 70,5 |
| » в розницу. | 5 292 | 14,5 | 150 | 3,5 | 127 | 5 | 30 | 10 | 5 599 | 12,8 |
| Монтажн. работ. . | 6 653 | 18 | 459 | 10,5 | — | — | — | — | 7 112 | 16,7 |
| Итого . . . | 36 525<br>84% | 100 | 4 216<br>9,5% | 100 | 2 527<br>5,8% | 100 | 300<br>0,7% | 100 | 43 568<br>100% | 100 |
| | в 1924/25 г. | | | | | | | | | |
| Продажа оптом . . | 49 304 | 64 | 8 838 | 77,5 | 2 221 | 99,5 | 459 | 90 | 60 822 | 67 |
| » в розницу. | 8 986 | 11,8 | 231 | 2 | 115 | 0,5 | 51 | 10 | 9 365 | 10 2 |
| Монтажн. работ. . | 18 529 | 24,2 | 2 242 | 20,5 | — | — | | — | 20 771 | 22,8 |
| Итого . . . | 76 801<br>84,4% | 100 | 11 311<br>12,4% | 100 | 2 336<br>2,6% | 100 | 510<br>0,6% | 100 | 90 958<br>100% | 100 |
| | в 1925/26 г. | | | | | | | | | |
| Продажа оптом . . | 57 000 | 62 | 14 602 | 82 | 3 099 | 90 | 1 063 | 90 | 75 764 | 66 |
| » в розницу. | 14 000 | 15,2 | 900 | 5,5 | 344 | 10 | 118 | 10 | 15 462 | 13,5 |
| Монтажн. работы . | 21 000 | 22,8 | 2200 | 12,5 | -- | – | — | — | 23 200 | 20,5 |
| Итого . . . | 92 000<br>80,5% | 100 | 17 702<br>15,5% | 100 | 3 443<br>3% | 100 | 1 181<br>1% | 100 | 114 326<br>10 % | 100 |

Как будто бы намечается тенденция к росту розничной продажи и монтажных работ за счет уменьшения оптовой продажи.

Рассматривая участие отдельных Трестов в обороте, можно фиксировать, что роль сильноточной промышленности постепенно падает за счет соответственного роста слаботочной, где сказывается, главным образом, роль радио.

Сильноточная промышленность, сосредоточенная в одном тресте ГЭТ, составляет около 80% всего оборота и слаботочная — около 15%.

Развитие торговой сети сказывается усилением роли провинциальных отделений в общем обороте: так Москва и Ленинград в обороте ГЭТ'а за последние годы занимают все меньше и меньше места:

| | 1923/24 г. | 1924/25 г. | 1925/26 г. |
|---|---|---|---|
| Москва и Ленинград . . . . . | 70% | 65,4% | 52% |
| Провинция . . . . . | 30% | 34,6% | 48% |

По характеру потребителей оборот распределяется следующим образом:

| | | |
|---|---|---|
| **Наркоматы** | | |
| Н. К. П. С. . . . . | 10 % | |
| Н. К. П. и Т. . . . . | 7 % | |
| Наркомвоенмор. . . . . | 2 % | |
| Прочие. . . . . | 10,2% | |
| Всего. . | | 29,2% |
| **Электрификация:** | | |
| Местная . . . . . | 10% | |
| Районная. . . . . | 9% | |
| Итого . . | | 19 % |
| **Промышленность:** | | |
| Металлическая. . | 13 % | |
| Угольная. . . . . | 11 % | |
| Нефтяная. . . . . | 7 % | |
| Текстильная. . . . | 8 % | |
| Прочая . . . . . | 6,3% | |
| Итого . . | | 45,3% |
| Кооперация. . . . . | | 2,5% |
| Прочие потребители-посредники. . . | | 4 % |
| Всего: . | | 100 % |

Крупнейшим потребителем является промышленность, второе место занимают Наркоматы и затем идет электрификация. По Трестам можно указать следующее отличие: в то время как в электропромышленности сильного тока преобладающее место занимает промышленность, в слаботочной и аккумуляторной промышленности Наркоматы занимают свыше 60% оборота.

Если распределить товарную продукцию электропромышленности по ее назначению, то можно для настоящего момента указать следующие цифры:

| | |
|---|---|
| Индустриализация страны. . . . | — 57% |
| Широкое потребление. . . . . | — 28% |
| Связь всех видов. . . . . | — 15% |
| Всего: . | — 100% |

при чем жел. дороги отнесены к первой графе, а трамвай и освещение к широкому потреблению.

### Накладные расходы.

Накладные расходы на продукцию электропромышленности в процентах от оборота выражаются следующими цифрами:

**Накладные расходы электропромышленности.**

| Тресты | | 1923/24 г. | | 1924/25 г. | | 1925/26 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ГЭТ. . . | торговые . . . . . | 14 | | 12 | | 10,4 | |
| | Правленские . . . . . | 5,4 | 22,2 | 5,5 | 20,8 | 4,8 | 17,6 |
| | %% уплаты за кредит. . | 2,8 | | 3,3 | | 2,4 | |
| ЭТ з СТ. | торговые . . . . . | 20 | | 13,2 | | 6,2 | |
| | Правленские. . . . . | | | 4 | 21,7 | 7,2 | 16,9 |
| | %% уплаты. . . . . | | | 4,5 | | 3,5 | |
| Аккум. . | торговые . . . . . | | | 5,1 | | 4,7 | |
| | Правленские. . . . . | 11,8 | | 3,7 | 9,5 | 2,9 | 9,2 |
| | %% уплаты. . . . . | | | 0,7 | | 1,6 | |
| Карбол . | торговые . . . . . | | | 14,8 | | 15,6 | |
| | Правленские. . . . . | 9 | | — | | — | 25,4 |
| | %% уплаты. . . . . | | | 4,3 | 19,1 | 9,8 | |
| Итого:. . | | 21,3 | | 20,6 | | 17,5 | |

Довольно крупную статью накладных расходов составляют проценты на заемный капитал — около 3,5% на оборот, и тенденции к понижению эта статья не обнаруживает. Общие расходы с развитием оборота снижаются и особо резкое снижение имеет место в 1925/26 г., что объясняется, с одной стороны, слиянием двух сильноточных трестов в один и соединением двух параллельных торговых сетей в одну, а с другой стороны, проведением режима экономии.

### Цены.

Соответственно со снижением заводской себестоимости и накладных правленских и торговых расходов электропромышленность снижала и свои продажные цены. Правда, здесь надо оговориться, что это соответствие было очень приблизительно. Во первых, продажные цены первых лет трестовской деятельности, когда калькуляция не существовала, были назначены по теоретическим соображениям о себестоимости и при этом с поправкой на допустимость той или иной высоты цен отдельных видов продукции. Поэтому, когда себестоимость начала выявляться, оказалось, что некоторые продажные цены убыточны, другие, наоборот, слишком прибыльны. Следовательно, одни цены снижались скорее, чем себестоимость, другие, наоборот, не снижались, хотя себестоимость и снижалась.

Во вторых, себестоимость выяснялась с большим опозданием, и потому снижение цен шло тоже с известным опозданием.

Приводимая ниже таблица указывает размеры снижения цен за период с 1/х — 1924 г. по 15/II — 27 г. Из нее видно, что динамостроение, имея высокий коэффициент цен, снизило их мало в среднем около 11%.

Наиболее крупное снижение было по лампам: 40% — 80%, по кабельному производству — в среднем около 23%, слаботочному — около 25%, аккумуляторному — около 5% и прочим производствам около 20% — 25%.

В среднем по всей электропромышленности снижение цен за указанный период в 2,5 года дало около 20%.

Цены в настоящий момент еще высоки, имея в виду, что коэффициенты приведены на прейс-куранте и что скидки настоящего времени ниже скидок довоенных. Прибыль при них, как

**Коэффициент продажных цен на довоенный прейс-курант.**

| | 1/х—24 г. | 1/х—25 г. | 1/х—26 г. | 15/п 27 г. | % снижения |
|---|---|---|---|---|---|
| Машины | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,7 | 10% |
| Трансформаторы | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,7 | 15% |
| Шнуры | 1,0 | 1,0 | 0,95 | 0,88 | 12% |
| Провода | 1,0 | 1,0 | 0,95 | 0,75 | 25% |
| Кабель силовой | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 0,9 | 30% |
| Лампы экономические | 1,26 | 1,26 | 0,88 | 0,73 | 42% |
| » газонаполненные | 1,2 | 0,81 | 0,3 | 0,22 | 81% |
| Установочный материал | 2,25 | 2,25 | 1,8 | 1,8 | 20% |
| Изолятор высоковольтный | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,26 | 6% |
| Угли осветительные | 3,0 | 3,0 | 2,8 | 2,3 | 23% |
| Щетки | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 1,5 | 50% |
| Арматура для ламп | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 0,93 | 38% |
| Телефония | 2,0 | 1,8 | 1,8 | 1,53 | 23% |
| Измерительные приборы | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,55 | 17% |
| Телефон двуухий рубл. | 11,20 | 11,20 | 10,00 | 9,00 | 20% |
| Усилительная лампа «Микро» | — | 6,50 | 4,75 | 4,00 | 38% |
| » » Р. 5 | — | 6,50 | 4,20 | 3,50 | 46% |
| Приемник «Пролетарий» рубл | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,50 | 10% |
| Дюбель | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 1,72 | 28% |
| Аккумуляторы особенно крупные | — | 1,89 | 1,71 | 1,71 | 10% |
| » специальные | — | 1,3 | 1,3 | 1,3 | — |
| » железнодорожные | — | 1,31 | 1,40 | 1,26 | 4% |
| » переносные | — | 1,33 | 1,30 | 1,17 | 12% |

увидим дальше, довольно высока. Если слаботочное производство и не дает прибыли, то это происходит от других причин.

Сравнивая наши цены с заграничными, причем последние взяты по конкретным предложениям франко-заграница по официальному паритету без добавочных расходов, как пошлина, провоз, лицензии и пр., а первые — по оптовым ценам в червонных рублях Электротреста, мы имеем:

| Наименование и характеристика изделия | Наименован. фирмы | Продажная цена в рублях | Соотн. рус. цены с заграничной |
|---|---|---|---|
| 1. Эл. генератор на 100 kW 3 000 об/м. 525 V . . . . . | AEG | 12 700 за шт. | 3,62 |
| Эл. генератор на kW 100 3 000 об/м. 525 V . . . . . | ГЭТ | 46 000 „ „ | |
| 2. Эл.-двиг. 3-х фазн. тока 10 л. с. | AEG | 153 „ „ | 3,80 |
| » » » » » . | | 220 „ „ | 2,65 |
| » » » » » . | ГЭТ | 580 „ „ | |
| 3. Эл.-двиг. 3-х фазн. тока 100 л. с. | AEG | 720 „ „ | |
| » » » » » . | ГЭТ | 2 327 „ „ | 3,24 |
| 4. Трансформ. 100 kVA 6 000/200 V | AEG | 864 „ „ | |
| » » » | ГЭТ | 3 170 „ „ | 3,67 |
| 5. Трансформ. 1 000 kVA 6 000/400—1 000 V . . . . . | AEG | 4 764 „ „ | |
| Трансформ. 1 000 kVA 6 000/400—1 000 V . . . . . | ГЭТ | 15 000 „ „ | 3,15 |
| 6. Масляный выключатель 12 000 V 600 V. . . . . | AEG | 209 „ „ | |
| Масляный выключатель 12 000 V 600 A, . . . . . | ГЭТ | 1 160 „ „ | 5,55 |
| 7. Провод изолир. сеч. 1 mm² № 9 А. ПРН . . . . . | AEG | 27 за 1 000 m | |
| Провод изолир. сеч. 1 mm² м. ПРН. . . . . | ГЭТ | 77,5 „ „ | 2,87 |
| 8. Шнур сеч. 2×1 mm² м. . . . | AEG | 86 „ „ | |
| » » » м. ШРН | ГЭТ | 197 „ „ | 2,30 |
| 9. Кабель. . . . . | | | |
| 10. Лампа экономич. 25 св. 110 и 220 V . . . . . | AEG | 42 к. за шт. | |
| Лампа экономич. 25 св. 110 V | ГЭТ | 48 „ „ „ | 1,15 |
| » » » 220 V | » | 55 „ „ „ | 1,30 |
| 11. Лампа полуваттная. . . . . | | | |
| 12. Щетки угольн. 60×37×12½ mm | | 38 „ „ „ | |
| » » » » . | ГЭТ | 1—06 „ „ „ | 2,80 |
| » графитн. » » . | | —70 „ „ „ | |
| » » » » . | ГЭТ | 1—20 „ „ „ | 1,70 |
| 13. Патрон б/ключа . . . . . | AEG | 7—10 за 100 шт. | |
| » » . . . . . | ГЭТ | 38—00 „ „ „ | 5,35 |
| 14. Выключатель 6 А 250 V . . . | AEG | 21—00 „ „ „ | |
| » » » . | ГЭТ | 81—00 „ „ „ | 3,86 |
| 15. Счетчик однофазн. до 10 А 120 V | AEG | 7 р. за шт. | |
| » » » | ЭТзСТ | 18 „ „ „ | 2,57 |

Соотношение наших цен с заграничными ненормально высоко, особенно по аппаратуре и установочному материалу. Если принять во внимание, что прибыль Электротрестов несколько высока и наши цены соответственно снизились, это мало поправит дело. Следовательно, здесь мы сталкиваемся с основными условиями нашего производства, а именно:

1. стоимость материалов, идущих в производство, у нас значительно дороже, чем за границей; часто стоимость материалов у нас дороже цены целого изделия за границей;

2. объем производства у нас меньше, методы массового производства применены поэтому недостаточно, оборудование довоенного происхождения;

3. производительность труда у нас по многим причинам ниже;

4. оплата труда у нас дороже (в червонном исчислении), чем за границей;

5. у нас имеются добавочные накладные расходы в размерах значительно выше, чем за границей.

В цифрах это выражается следующим образом:

Согласно отчетов за 1925/26 г. себестоимость производства трестов электротехнической промышленности составлялась из следующих элементов:

| НАИМЕНОВАНИЕ. | ГЭТ. | Слаб. ток. | Аккум. Трест. | Средн. взвеш. |
|---|---|---|---|---|
| | в % %. | | | |
| 1. Материалы . . . . . | 47 | 40,7 | 57,7 | 45,8 |
| 2. Топливо, эл. энер. и газ . . . . | 3,1 | 1,8 | 4,5 | 2,8 |
| 3. Зарплата (вся) . . . . . | 34,5 | 38,4 | 22,2 | 35,1 |
| 4. Страховка, налоги и сборы . . . | 0,9 | 0,4 | 0,8 | 0,8 |
| 5. Амортизация . . . . . | 4,2 | 2,7 | 3,3 | 3,8 |
| 6. Прочие расходы . . . . . | 10,3 | 16 | 11,5 | 11,7 |
| Итого . . . | 100% | 100% | 100% | 100% |

В числе прочих расходов главную часть составляют социальные расходы, а именно их вес и себестоимости таков:

| | |
|---|---|
| ГЭТ . . . . . | 7,45% |
| Слаб. Ток . . . . . | 9,85% |
| Аккум. трест . . . . . | 8,6% |

Средняя взвешенная величина для всей электропромышленности

8,1.

Для сравнения данных приведенной калькуляции с германскими данными примем во внимание следующие сообщения.

Материалы: — В нижеследующей таблице приведены цены на материалы у нас и за границей:

| №№ по пор. | Наименование материалов. | %% от общего потр. по весу. | Цена за 1000 кг. (средн. в руб.) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | В СССР. | В Германии. |
| 1 | Чугун . . . . . | 13,4 | 70 | 45 |
| 2 | Железо разное . . . . . | 15,8 | 150 | 60 |
| 3 | » динамн. . . . . | 5,6 | 350 | 160 |
| 4 | » трансформ. . . . . | 1,7 | 500 | 280 |
| 5 | Сталь разная . . . . . | 5,2 | 2 000 | 500 |
| 6 | Медь . . . . . | 16,8 | 1 050 | 610 |
| 7 | Латунь . . . . . | 4,0 | 1 300 | 600 |
| 8 | Свинец . . . . . | 8,3 | 369 | 309 |
| 9 | Олово . . . . . | 0,3 | 2 800 | 2 500 |
| 10 | Алюминий . . . . . | 0,4 | 1 400 | 1 120 |
| 11 | Цинк . . . . . | 0,8 | 415 | 391 |
| 12 | Бумага каб. . . . . | 0,7 | 600 | 290 |
| 13 | Прессшпан. . . . . | 2,0 | 1 000 | 600 |
| 14 | Резина . . . . . | 0,5 | 2 170 | 1 800 |
| 15 | Пряжа . . . . . | 1,0 | 5 000 | 2 000 |
| 16 | Проч. материалы . . . . . | 23,5 | 400 | 200 |
| | | | в среднем (взвешено) | |
| | | 100% | 620 | 313 |

Следовательно, стоимость материалов, употребляемых в электропромышленности, дороже на 97%, чем в Германии. Цены в вышепомещенной таблице приняты на учете употребляемого ассортимента.

Зарплата: — согласно отчетов за 1925/26 год зарплата в электротехнических трестах выразилась в следующих цифрах:

| | Г Э Т. | Слабток. | Аккум. Тр. | Ср. взвеш. вел. |
|---|---|---|---|---|
| Рабочие . . . . . | Р. 75,30 | Р. 87,50 | Р. 99,30 | Р. 78,80 |
| Служащие . . . . . | 126,50 | 135,30 | 125,— | 128,30 |
| В среднем на работника . . . . . | Р. 84,20 | Р. 94,70 | Р. 103,— | Р. 86,70 |

Средний заработок одного работника германской электротехнической промышленности выведем на основе следующих соображений:

Средняя месячная плата обучен. рабочего. 210 марок
» » » необучен. » . 135 »
Тоже женский труд . . . . . 80 »

Считая, что из числа рабочих: 50% — обученных, 30% — необученных и 20% — женщин, получим средний заработок в месяц одного рабочего 161,5 марок.

Далее можно принять, что средний заработок служащего — 240 марок, и что заводский состав таков: 80% — рабочих, 20% — служащих.

Согласно этих расчетов получим средний месячный заработок одного работника:

около 177 марок = 81 Р. 50 коп.

Таким образом, зарплата у нас выше, чем в Германии на:

6%.

Производительность. — В 1925 г. согласно данных Центрального Союза германской электротехнической промышлен-

ности (без электрофарфоровой промышленности) выпуск на одного рабочего равнялся в наших довоенных прейс-курантн. рубл.

Руб. 9 200.—

а у нас (без электрофарфоровой промышленности):

Руб. 4 000.—

т. е. в

2,3 менее.

Социальное страхование. В то время, как у нас социальное страхование входит в самостоимость 8,1%, в германской электропромышленности (по отчету концерна Сименса за 25/26 г.) обязательные и добровольные отчисления на социальные нужды составили на зарплату:

8,85%,

а в себестоимость продукции входят:

2,7%

вместо наших:

8,1%.

Амортизация. Вместо нащих:

3,8%

в германской электропромышленности амортизация входит в себестоимость лишь в 2% в силу лучшего использования имущества.

Расход материалов. Расход материалов у нас более:

1. вследствие отсутствия столь богатого (как в Германии) ассортимента полуфабрикатов;

2. вследствие большого брака;

3. меньшей стоимости отходов и лома.

Кроме того много конструкций у нас тяжелее. Например, трехфазный электродвигатель в 7,4 kW, типа 1500/10, 1450 об. весит у нас 240 kg. Новейший (1925 г.) такой же электродвигатель (8 kg) весит лишь 128 kW. Мы еще долго будем запаздывать с введением более легких конструкций.

Эту статью оценить трудно, но с осторожностью можно принять, что за границей расход материалов составляет лишь

0,9

нашего расхода.

Сопоставляя все вышеизложенное, можно сделать следующее сопоставление стоимости электропродукции у нас и в Германии:

Если в Р. 100 изделия у нас идет материала на

Р. 45,80

то в Германии пойдет количественно на 10% менее, а цены на материалы дешевле в

1,97

раза, т. е. в Германии материалы обойдутся в

$$\frac{\text{Р. 45 80 к.} \times 0{,}9}{1{,}97} = \text{Р. 21.—}$$

Стоимость топлива, газа и электрической энергии принимаем вместо

Р. 3,10

в

Р. 2.—

Этот фактор имеет мало влияния на себестоимость.

Что касается зарплаты, то, во-первых, следует учесть, что заработок одного работника у нас в 1,06 раза больше, чем в Германии, а производительность труда в 2,3 менее. Значит, в Германии на зарплату падет

$$\frac{\text{Р. 35,10}}{1{,}06 . 2{,}3} = 14 \text{ р. } 40 \text{ к.}$$

Страховка, налоги и сборы будем считать одинаковыми, т. е.

0,80 коп.

Амортизация вместо 3,8% обойдется в 2%.

Прочие расходы: социальные расходы, вместо 8,1%, составят лишь 2,7%, а остальные 3 р. 60 коп. понизятся вдвое до 1 р. 80 коп.

Изделие, которое у нас обойдется в 100 рублей, будет стоить в Германии как видно из таблицы:

| НАИМЕНОВАНИЕ. | С. С. С. Р. | | Германия. | |
|---|---|---|---|---|
| | Р. К. | % | Р. К. | % |
| 1. Материал . . . . . | 45 80 | 45,8 | 21 00 | 50 |
| 2. Топливо, электр. эн. и газ | 2 80 | 3,8 | 2 00 | 4,8 |
| 3. Зарплата . . . . . | 35 10 | 35,1 | 14 40 | 34,4 |
| 4. Стр. нал. и сборы . . . . | 0 80 | 0,8 | 0 80 | 1,9 |
| 5. Амортизация . . . . . | 3 80 | 3,8 | 0 80 | 1,9 |
| 6. Проч. расх. . . . . | 11 70 | 11,7 | 1 80<br>1 20 | 7,0 |
| | 100 00 | 100 | 42 00 | 100 |

Таким образом, если мы учтем наши условия производства, то заводская себестоимость у нас должна получиться в 2,4 раза дороже, чем в Германии.

Так как торговые наши расходы, стоимость кредита и прибыль значительно выше, чем за границей, то разница в продажных ценах должна быть еще выше — почти в три раза дороже германских.

У нас принято обычно указывать на высокое соотношение наших цен с заграничными, но при этом недостаточно принимаются во внимание вышеуказанные факторы, удорожающие нашу себестоимость.

Некоторые факторы находятся в руках электропромышленности, другие вне сферы ее влияния.

Так, цена на материалы не зависит от электропромышленности; наш основной капитал, конечно, значительно хуже заграничного и, если бы русский рабочий был одинаков по своей производительности с германским и организационная сторона производства была на высоте заграничной, выпуск на рабочего никак не получить в указанных выше размерах для заграницы. Играет большую роль и размер производства, который у нас ниже и потому дает меньше возможности применения массового и серийного метода

производства. Если бы русская электропромышленность в данный момент избавилась бы от своих субъективных недостатков, как в производстве так и в торговле, а объективные условия (цены на материалы, оборудование, налоги, стоимость труда и пр.) остались бы прежними, — соотношение цен наших с заграничными не удалось бы установить ниже 2.

## ПРИБЫЛЬ.

В результате торговой и производственной деятельности электропромышленности за 4 года получено около 31 000 000 р. прибыли.

**Прибыль электропромышленности за 4 года *) (в тысячах рублей).**

| ТРЕСТЫ. | в 22/23 г. | | в 23/24 г. | | в 24/25 г. | | в 25/26 г. | | Всего. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Прибыль. | Убыток. | Прибыль. | Убыток. | Прибыль. | Убыток. | Прибыль. | Убыток. | Прибыль. | Убыток. |
| ГЭТ { ЭТЦР . | 1 545 | — | 2 247 | — | 16 75 | — | 16 000 | — | 30 375 | 73 |
| ГЭТ { ЭМТ . . | 675 | — | — | 73 | 3 746 | — | — | — | — | — |
| ЭТзСТ . . . . . | 64 | — | — | 644 | — | 10 | 431 | — | 495 | 654 |
| Аккум. Тр. . . . | 35 | — | 264 | — | 264 | — | 382 | — | 925 | — |
| Карболят. . . . | — | — | 22 | — | 50 | — | 16 | — | 88 | — |
| | 2 288 | — | 2 513 | 717 | 10 235 | 10 | 16 829 | — | 31 865 | 727 |

Как видно из таблицы, эта вся прибыль почти целиком дается электропромышленностью сильного тока. Что касается слаботочной промышленности, то она за все 4 года даст больше убытку, чем прибыли. Это объясняется тем обстоятельством, что производство слабого тока, как указывалось уже раньше, в значительной степени отличается от довоенного его состояния, как в общем объеме, так и в типах изделий — для чего должна была быть проделана круп-

*) 1922/23 г. состояли из 9 мес. Данные о прибылях и убытках за первые 3 года даны по утвержденным ЦУГПРОМ'ом заключительным балансам трестов. За 1925/26 г. — ориентировочные, по данным промфинплана на 1926/27 г.

ная работа, как лабораторного, так и производственного характера в виде опытов, и что влечет за собой крупные расходы, не покрываемые калькуляцией.

Кроме того, основные потребители продукции производства слабого тока—Наркоматы, которым приходится назначать цены почти без прибыли. Единственная область, где можно было бы получать прибыль, это радио-любительская аппаратура, как предмет широкого потреблении. Но и здесь частная перемена типов, в связи с их усовершенствованием, давала дорогую продукцию, которую нельзя было иногда продавать даже по себестоимости, не говоря уже о прибыли.

Общий размер прибыли, выражающийся в 11% к обороту в 1924/25 г. и около 14%—в 1925/26 г., высок и указывает на медленность снижения розничных продажных цен.

Около 77% всех средств электропромышленности по активу падают на ГЭТ—электропромышленность сильного тока, около 20% на электропромышленность слабого тока, 2% на аккумуляторное производство и 0,5% на самостоятельный завод „Карболит".

Если сопоставить это распределение работающих средств с обо-

| | ГЭТ | ЭТ$_3$СТ | Акк. Тр. | Карбол. | Итого: |
|---|---|---|---|---|---|
| Оборот . . . . . | 80,5 | 15,5 | 3 | 1 | 100% |
| Обор. средства | 76,8 | 20,7 | 2 | 0,5 | 100% |

ротом за 1925/26 г., то грубо говоря соотношение близкое, но с явным указанием, что наихудшая рентабельность работающих средств в слаботочной промышленности, лучше—в сильноточной и лучше всего в мелких предприятиях аккумуляторной промышленности и в „Карболите".

Рассматривая состав работающих средств, мы видим, что по всей электропромышленности средства разбиваются почти на равные три части: имущество, оборотные средства в производстве и оборотные средства в торговле. В отдельных объединениях это соотношение иное, а именно: имущество наименьшее место занимает в ГЭТ'е—31,4% и более высокое у ЭТзСТ и Аккумуляторного Ттреста;—36,2% и 39,5%; оборотные средства, наоборот,

## IV. Финансовое состояние электропромышленности.

Основные статьи по активу баланса на 1-ое октября 1925 г. (позднейшего баланса еще нет) дают следующую картину:

| | Г Э Т. | | | Э Т з С Т. | | | Аккумул. трест. | | | Карболит | | | Вся эл-промышленность. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Тысяч руб. | % | % | Тысяч. руб | % | % | т. р. | % | % | т. р. | % | % | т. р. | % | % |
| Имущество . . . . . | 51 977 | 31,4 | — | 16 126 | 36,2 | — | 1 721 | 46,5 | — | 635 | 34 | — | 70 353 | 42,6 | — |
| Оборотные средства производства . . . . . | 48 700 | 29,5 | 43 | 17 151 | 38,6 | 60,5 | 1 253 | 28,8 | 47,6 | 243 | 24 | 51,4 | 67 321 | 31,2 | 46,2 |
| Обор. средства торгов . . | 61 456 | 57,2 | 54 2 | 9 213 | 20,9 | 62,8 | 1 240 | 28,5 | 47,0 | 191 | 12 | 40,5 | 72 160 | 33,8 | 50,2 |
| « « денежн. . | 3 165 | 1,9 | 2,8 | 1 907 | 4,3 | 8,7 | 142 | 3,2 | 5,4 | 39 | 4 | 8,2 | 5 254 | 2,4 | 3,6 |
| Все оборотн. средства . | 113 321 | 68,6 | 100 | 28 331 | 63,8 | 100 | 2 645 | 60,5 | 60,5 | 473 | 47 | 100 | 144 760 | 67,4 | 100 |
| Итого . . | 165 298 76,8% | 100 | — | 44 455 20,7% | 100 | — | 4 346 2,0% | 100 | — | 1008 0.5% | 100 | — | 215 117 100% | 100 | — |

наибольшее место занимают в ГЭТ'е—68,6%, наименьшее у Аккумуляторного треста—60,5%.

Объясняется это тем обстоятельством, что Аккумуляторный трест еще неиспользовал своих производственных мощностей. Что касается ГЭТА'а и ЭТзСТ, то разница у них об'ясняется, как самим характером производства и торговли, так и той или иной степенью удачи в использовании своих оборотных средств. Карболит здесь не рассматривается особо, в виду его малого значения. Необходимо только отметить, что у него ненормальные

### Малые оборотные средства.

Оборотные средства у всех используются почти поровну в торговле и производстве, кроме ЭТзСТ, где производство занимает почти вдвое больше, чем торговля. Денежные средства здесь не рассматриваются особо, потому что их трудно распределить по назначению и, кроме того, в них есть мертвые средства, как паи, акции и проч.

Рассмотрим более детально производственные и торговые средства.

**Оборотные средства производства**

| | ГЭТ. | | ЭТзСТ | | Аккум. трест. | | Карболит. | | Вся эл. промышлен. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | тыс. р. | % | т. р. | % | т. р. | % | т. р. | % | т. р. | % |
| Матер.и топл. | 21 097 | 43,3 | 5 347 | 31,2 | 731 | 58,3 | 154 | 63,4 | 27 329 | 40,7 |
| Производство | 24 917 | 51,2 | 11 394 | 66,4 | 433 | 34,5 | 85 | 35,0 | 66 829 | 64,6 |
| Задат. постав. | 2 686 | 5,5 | 410 | 2,4 | 89 | 7,2 | 4 | 3 | 3 189 | 4,7 |
| Итого. | 48 700<br>72,2% | 100 | 17 151<br>25,5% | 100% | 1 254<br>1,9% | 100% | 243<br>0,4% | 100% | 67 347<br>100% | 100 |

Средства, заложенные в запасы материалов, если к ним же прибавить и авансы, выданные поставщикам, составляют около 45% всех оборотных средств производства, а само производство, считая незавершенное производство и полуфабрикат, занимает около 55%. Это по всей электропромышленности, по отдельным объединениям распределение иное: если по ГЭТ'у близко к указан-

ному распределению, а именно пополам, то у ЭТзСТ—$^1/_3$ в материалах и $^2/_3$ в производстве, а у Аккумуляторного Треста почти наоборот.

Сравнивая запас материалов на 1-е октября 1925 г. с размером годовой потребности, причем за год беру среднюю арифметическую из расхода материалов за 1924/25 г. и 25/26 г., что должно наиболее правильно характеризовать необходимый размер запасов, получаю, что запас материалов соответствует:

| | | | |
|---|---|---|---|
| ГЭТ | 8,2 | месячному | потреблению |
| ЭТзСТ | 14,5 | „ | „ |
| Аккумул. Трест | 5,8 | „ | „ |
| „Карболит“ | 9,0 | „ | „ |

Такой запас надо считать излишней роскошью, особенно по ГЭТ'у и ЭТзСТ; у остальных он оправдывается тем, что материалы, главным образом, заграничные и в малых партиях выписывать их—значит создавать перебои в производстве, в виду затруднительности импорта вообще. Причины столь крупных запасов материалов лежат отчасти в остатках от прежних лет мало ходовых материалов, а отчасти от неправильной работы снабженческого аппарата. При этом надо отметить, как уже указывалось выше, что ГЭТ совершенно не обеспечен в своих основных материалах, как медь, свинец и др., имея в запасе 1—2 мес. потребления, и у ЭТзСТ также имеются затруднения в производстве из за отсутствия необходимых материалов.

Чтобы свести запасы материалов к допустимой ВСНХ норме, надо у ГЭТ'а снять около половины, у ЭТзСТ 70%.

Незавершенное производство и полуфабрикаты составляют:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ГЭТ | 5,1 | месяцев | выпуска | по себестоимости |
| ЭТзСТ | 10,8 | » | » | » |
| Аккум. Трест | 2,1 | » | » | » |
| Карболит | 2,5 | » | » | » |
| В среднем | 5,9 | | | |

Здесь особенно бросается в глаза излишняя задержка средств в производстве у ЭТзСТ и хорошее их использование у аккумуляторного треста; у ГЭТ'а имеется также некоторый излишек. Причины излишней задержки средств в незавершенном производстве кроются с одной стороны в недостатках снабжения, когда изделие не может быть выпущено из производства, вследствие

нехватки той или иной детали, для которой или нет материала или он слишком поздно пришел, с другой стороны, в недостатках управления и регулирования производственного процесса в цехах, когда одни деталиготовы, а другие еще даже не заказаны.

Таким образом, производственные средства у Аккумуляторного Треста в более или менее нормальном состоянии, а у ГЭТ'а и ЭТзСТ они заняты в излишнем количестве, что указывает на возможность дальнейшего расширения их производства еще некоторое время без вливания средств со стороны, а лишь с улучшением использования уже заложенных средств. Здесь надо только помнить, что не все материалы могут быть использованы по балансовой их цене, так как неликвидные ценности могут быть реализованы лишь по пониженной оценке.

Указанное в таблице распределение средств между материалами и производством по всем объединениям может быт признано близким к нормальному, кроме ГЭТ'а, где роль материалов в дальнейшем должна снизиться за счет поднятия роли производства.

Работа заводов в 1925/26 г. и 1926/27 г. доказала правильность этого вывода, так как вливание средств в производство шло медленнее, чем развертывалось само производство.

Запасы товаров у Аккумуляторного Треста и Карболита можно считать близкими к норме, тогда как у ГЭТ'а и ЭТзСТ они явно преувеличены, если не вдвое, то во всяком случае близко к этому. Здесь, с одной стороны, сказывается колебание спроса рынка, который тресты не могут уловить, с другой стороны как и в материалах, есть некоторая доля неходовых товаров прежних лет.

Дебиторы по открытым счетам и разные дебиторы составляют сумму в пределах 3—2 мес. реализации (ГЭТ'а —3 мес.), что нельзя считать особенно высоким уровнем, хотя под давлением финансовых затруднений эта статья и сможет снизиться, как это имеет место у Карболита, где она составляет около 0,5 мес.

Несколько высока и статья документов к получению, где кроме того имеются неиспользованные векселя за неприятием их в учет.

Если эту статью сложить с дебиторами, то можно сказать, что электропромышленность предоставляет покупателю несколько излишний кредит, что происходит под тяжелым нажимом стесненного в средствах потребителя.

**Оборотные средства в торговле:**

| | ГЭТ | | ЭТзСТ | | Акк. Трест | | Карболит | | Вся эл. промыш. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | т. р. | % | т. р. | % | т. р. | % | т. р. | % | т. р. | % |
| Товары . . . . . | 27 457 | 44,7 | 4 843 | 52 | 507 | 40,9 | 64 | 33,5 | 32 8?8 | 45,5 |
| Док. к получен. . . . . | 11 766 | 19,1 | 1 359 | 14,7 | 177 | 14,3 | 64 | 33,5 | 13 366 | 18.5 |
| Дебит. и подотч. суммы . . . . . | 20 745 | 33,8 | 2 498 | 27,1 | 524 | 42,2 | 44 | 23 | 23 811 | 33 |
| Расх. буд. лет . . . . . | 1 491 | 2,4 | 573 | 6,2 | 32 | 2,6 | 19 | 10 | 2 115 | 3 |
| Итого тор. ср. | 61 456 | 100% | 9 273 | 100% | 1 240 | 100% | 191 | 100% | 72 100 | 100% |
| | 85% | | 13% | | 1,7% | | 0,5% | | 100% | |

Запасы товаров, посчитанные, как и выше, по расходу их за год, как средне-арифметическая из расхода за 1924/25 г. и 25/26 г. выражается в следующих размерах:

ГЭТ . . . . . 6,1 мес. расхода (реализации)
ЭТзСТ . . . . . 5,8 » » »
Акк. Трест . . . . . 2,5 » » »
Карболит . . . . . 2,1 » в среднем 5,8.

Рассматривая оборотные средства в целом, можно подвести следующий итог:

1. Аккумуляторный Трест и Карболит используют оборотные средства нормально и дальнейшее развитие этих производств потребует соответственного влияния оборотных средств.

2. ГЭТ и ЭТзСТ еще недостаточно использовали оборотные средства и дальнейшее расширение их производств будет и должно сопровождаться улучшением использования оборотных средств, и, следовательно, темп пополнения их должен быть ниже темпа расширения производства. Процесс улучшения использования оборотных средств медленный, результатов ждать скоро в полном размере нельзя и поэтому при определении размеров дотации в высших регулирующих органах должна быть соблюдена достаточная осторожность, чтобы не подорвать работы трестов.

3, Соотношение между оброотными средствами в производстве и торговле у Акк. треста и Карболита примерно нормальны, а у ГЭТ'а и ЭТзСТ оно дложно постепенно измениться в сторону приближения к их равенству в ГЭТ'е, некоторого понижения роли производственных средств у ЭТзСТ.

4. Торговые функции у электропромышленности занимают около 33% всех занятых в ней средств, считая и имущество.

5. Сопоставляя оборотные средства по активу с задолженностью по пассиву, имеем:

| | Свои средства. | | Чужие средства. | | Все оборотные средства. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | тыс. рубл. | % | тыс. рубл. | % | тыс. рубл. | % |
| ГЭТ . . . . . | 63 273 | 56 | 50 048 | 44 | 113 321 | 100 |
| ЭТзСТ . . . . . | 13 951 | 49 | 14 380 | 51 | 28 331 | 100 |
| Аккум. трест . . . . . | 1 572 | 60 | 1 063 | 40 | 2 635 | 100 |
| Карболит . . . . . | 146 | 31 | 327 | 59 | 473 | 100 |
| Итого: . . | 78 942 | 55 | 65 818 | 45 | 144 760 | 100 |

У ГЭТ'а и Аккум. треста соотношение между своими и чужими средствами более или менее нормально, тем более, что в чужих

средствах ГЭТ'а фигурирует около 5 600 т. рубл. долгосрочной ссуды, платежи по которои еще в отдаленном будущем, и финансовое маневрирование особых затруднений в начале 1925/26 г. не вызвало.

У ЭТзСТ положение в этом отношении было хуже, а у Карболита крайне ненормально, почему последний до сих пор еще не выходит из положения хронического финансового кризиса.

Дотаций электропромышленность по 1-е октября 1926 г. получила всего около 20 000 тыс. рубл. в следующем виде:

Движение дотаций, полученных электропромышленностью [1]).

| | Получено в 1924/25 г. | | | | Получено в 1925/26 г. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Госбюджета. | Госбанка целев. | НКФ наводненч. | Всего на 1/X—1925 г. | Госбюджета. | ЗХВ. | Проффонда. | Всего на 1/X—1926 г. |
| ГЭТ . . . . . | 4 090[2]) | 700 | 837 | 5 627 | 2 500 | 5 500 | — | 12 835[4]) |
| ЭТзСТ . . . . | 3 320 | — | 80 | 3 400[3]) | 2 400 | 1 100 | — | 4 900 |
| Карболит. | — | — | — | — | — | — | 250 | 250 |
| Итого . . | 7 410 | 700 | 917 | 9 027 | 4 900 | 6 600 | 250 | 19 985 |

Сумма 17 985—на 1/X—1926 г. не включает %%.

Если сопоставить размер дотации с развитием оборота и затратами на капитальные работы за те же два года, то мы получим, что на усиление оборотных средств из дотации ушло около 10 000 рубл., тогда как оборот развивался так:

| | | |
|---|---|---|
| 1923/24 г. . . . . | 43 568 | тыс. рубл. |
| 1924/25 г. . . . . | 90 958 | » » |
| 1925/26 г. . . . | 114 326 | » » |

т.-е. вливание средств в виде дотации значительно отставало от темпа развертывания оборота, в виду чего электропромышленности приходилось улучшать использование оборотных средств.

---

[1]) До первого октября 1924 г. Тресты электропромышленности дотаций не получили.

[2]) ЭТЦР—1 000, ЭМТ—3 090.

[3]) 700 тыс. целев. и 92 тыс. наводненч. погашены в 1925/26 г.

[4]) 2 000 тыс. перечислены в оборотный капитал.

## V. Перспективы электропромышленности.

Подводя итоги всему сказанному, можно отметить, что электропромышленность в общем сделала большие успехи, но многие еще у нее работы на очереди: надо поднять качество изделии на должную высоту, ускорить оборот производства и всех канцелярских процедур, как прохождение заказа и выписки счета, отчего сократится срок поставок, еще ненормально длинный, нормировать и удешевить продукцию. Но эти задачи можно назвать только сопутствующими самой основной задаче—расширить производство. Импорт за 25/26 г., как мы видели, составил 22% всего потребления электроизделий, причем из электрооборудования, куда отнесены только машины, трансформаторы и аппаратура, около 40% удовлетворено импортом. Сопоставление мощности предприятий и их выпуска:

| | | |
|---|---|---|
| Пропускная способность на 1/X—25 г. . . . . | 100 620 | дов. рубл. |
| Валовой выпуск за 1925/26 г. . . . | 94 374 | » » |
| Пропускная способность на 1/X—26 г. . | 123 190 | » » |
| Валовой выпуск за 1926/27 г. . . . . | 119 725 | » » |
| Пропускная способность на 1/X—27 г. . . | 151 080 | » » |

указывает, что выпуск заводов держится на пределе мощности заводов и что только ежегодное пополнение основного капитала дает возможность повышать выпуск, причем отставание от спроса все время остается.

Не будем здесь говорить о роли электрохозяйства во всех областях народного хозяйства, считая это общеизвестным, укажем только, что эта роль имеет тенденцию к росту, так как электроэнергия помимо пропорционального участия в общем росте хозяйства страны постепенно вытесняет другие виды энергии в существующем хозяйстве. Кроме того, есть области народного хозяйства, как железные дороги, сельское хозяйство, химическая и металлургическая промышленность, где электроэнергия только еще начинает применяться и где рост ее может далеко опередить рост развития указанных отраслей хозяйства.

По разработанной пятилетке электрификации страны мощность электростанций растет с 1 453 квт. на 1/X 26 г. до 3 430 kW на 1/X—31 г., т.-е. на 136%, а потребление энергии с 3 170 милл. kWh в 1925/26 г. до 9 950 милл. kWh в 1930/31 г., т.-е. на 214%.

Такое развертывание электрохозяйства страны должно быть, конечно, основано на соответственном развитии своей базы— электропромышленности, так как в противном случае, помимо катастрофического положения страны, которое может создаться в случае блокады, страна не справится с расходами валюты, которая потребуется для указанного развития электрохозяйства.

До сих пор недостаточно уделялось внимания необходимости указанного соответствия в развитии электрификации и электропромышленности, так как, вкладывая крупные средства в электрификацию, электропромышленность настолько ограничивали, что сумма дотаций, как мы видели, не превышает той части прибылей, которая изъемлется из электропромышленности. И в результате тот импорт, который уже указывался и который в главнейшей своей части касается электрооборудования — основной составной части индустриализации страны.

В дальнейшем отношение к электропромышленности должно быть безусловно изменено и развитие ее должно итти таким образом, чтобы она стала основной базой электрификации.

Потребность страны в электроизделиях, согласно указанного плана электрификации в 1931/32 г. выразится суммой около 356 милл. дов. рубл. с таким примерным распределением по производствам:

| | |
|---|---|
| Динамостроение . . . . . | 119 милл. рубл. |
| Кабельное производство . . . . . | 110 » » |
| Ламповое производство . . . . . | 40 » » |
| Слаботочное производство . . . . . | 41 » » |
| Прочие производства . . . . . | 44 » » |

Чтобы удовлетворить такой спрос на электроизделия, электропромышленность должна в общем удвоить мощность своих заводов.

Основное внимание, как уже указывалось, должно быть уделено динамостроению, где мощность заводов должна быть усилена в 3 раза. В этой области должно быть налажено производство генераторов крупных мощностей для районных станций, трансформаторов и аппаратуры высоких напряжений для той же цели.

Развитие существующих заводов и постройка новых должна вестись на основе строгой специализации их с тем, чтобы прин-

ципы массового производства применялись в максимальном размере, насколько это позволяет емкость рынка.

Для достижения необходимой мощности заводов закладки новых не предвидится, можно ограничиться достройкой Трансформаторного завода, крупным расширением некоторых из существующих заводов, использованием вновь присоединенных за последний год площадей, а в остальном—главным образом пополнением и заменой существующего оборудования. Вместе с производственными затратами будут крупные расходы и на упорядочение и расширение хозяйственной жизни заводов, как склады, транспорт, столовые и проч

Вложение около 27 600 тыс. рубл. в основной капитал в течение 1927/28 г.—1931/32 г. даст возможность развернуть заводы до мощности, удовлетворяющей спрос рынка во всех изделиях в области динамостроения. В 1927 г. можно ожидать выпуска генераторов в 10 000 kW, 1928 г. — 20 000 kW и 1929 г.— в 40 000 kW.

Кабельные заводы должны коренным образом быть переоборудованы и расширены: существующее оборудование на 40% должно быть заменено новым, должно быть добавлено оборудование; Баскаковский кабельный завод должен быть перенесен на Русскабель, где требуется возведение основных корпусов завода, так как около 60% ныне существующих зданий имеют характер временных построек; на заводе «Севкабель» необходима постройка корпсса изолированных проводов, расширение кабельного цеха и меднопрокатного завода.

Эти работы потребуют около 13 000 тыс. рубл. за те же 5 лет (1927/28—1931/32) и дадут мощность заводов около 85 000 тыс. рубл., а с применением второй смены могут дать до 150 000 тыс. рублей.

На эти заводы должно быть обращено особое внимание, так как они достаточно изношены и в ближайшие годы, если не будут переоборудованы, могут начать резко понижать свою пропускную способность и ухудшать качество продукции.

Ламповые и стекольные заводы: потребуют около 2 400 тыс. рубл. для переноса МОФЭЛ в помещение б. Проводник, пополнение обеих ламповых фабрик оборудованием, как производственным, так и лабораторным, постановку автоматов для

производства стекла и некоторые постройки хозяйственного значения.

Затраты дадут значительное снижение себестоимости ламп, что же касается мощности заводов, то она будет достаточна далеко за пределы пятилетия. Производство должно удовлетворять спрос во всех видах экономических и полуватных ламп, кроме узко специальных, требующихся в незначительном количестве.

Слаботочное производство: пойдет по пути, главным образом, улучшения использования существующих заводов с пополнением оборудований их и некоторого расширения вспомогательных цехов. Из новых построек намечается возведение корпуса на зав. Морзе под производство радио-любительской аппаратуры, если спрос на последнюю развернется в достаточных размерах. Затраты потребуются в размере около 5 250 тыс. рублей.

Будет поставлен ряд новых производств и расширено производство вспомогательного характера, которое пойдет в следующем направлении.

Должно быть механизировано и рационализировано фарфоровое производство на существующих заводах, что удовлетворит новый спрос в изоляторах высокого напряжения на ближайшее пятилетие и потребует затрат около 1 300 тыс. рублей.

Производство установочного материала должно быть на заводе «Электрик» реорганизовано и переоборудовано, а в конце пятилетия должно быть приступлено к постройке нового завода. В пределах пятилетки это потребует около 1 550 тыс. рубл. Арматурное производство должно быть расширено и переоборудовано, для чего оно намечено к переносу в помещение Елеховской ламповой фабрики, освобождающееся за переносом ламповой фабрики на Проводник, там же организуется и производство нагревательных приборов. Затраты около 1 650 тыс. рублей.

В электроугольном производстве помимо некоторого расширения существующего завода должен быть построен завод электродов, что все вместе потребует около 1 300 тыс. рублей.

В аккумуляторном производстве вместе с расширением отдельных цехов существующих заводов намечено оборудование завода свинцовых аккумуляторов в Саратове, завода щелочных аккумуляторов в Ленинграде, и дооборудования элементного завода, что все вместе потребует около 1 800 тыс. рублей.

Производство «Карболита» и вспомогательные механические производства, которые имеется в виду поставить в помещении б. Проводник, потребуют на себя около 1 050 тыс. рубл.

Общая затрата в течение 5 лет (1927 28—1931 32 гг.) на достройку новых и расширение существующих заводов; помимо расходов на капитальный ремонт и жилстроительство, составит 57 000 тыс. рубл.

Вместе с тем необходимо затратить около 18 000 тыс. рубл. на постройку новых заводов, которые вступят в работу только за пределами 1931/32 года, около 15 000 тыс. рубл. на капитальный ремонт и 10 000 тыс. рубл. на жилстроительство.

Таким образом все затраты на основной капитал электропромышленности за пять лет потребуют около 100 милл. рублей и при условии отпуска их, примерно, равными частями ежегодно к 1931/32 г. заводы способны будут почти полностью покрыть спрос страны на электроизделия и подготовятся к производству за пределами 1932 года. Импорт ежегодно будет понижаться в своей роли и можно рассчитывать довести его до 5%—8% всего потребления страной электроизделий, причем импорт будет итти частью за счет тех электроизделий, производство которых за малыми размерами спроса нет смысла ставить, частью за счет заказов, которые будут переданы за границу по иным соображениям, как то: новые конструкции, сроки, кредит и проч.

Расширение мощности заводов будет сопровождаться улучшением производственного процесса, как с технологической его стороны, так и с организационной, в смысле распланировки, разделения на большое количесвто операций, нормализации инструмента, улучшения внутризаводского транспортного хозяйства.

Для поднятия качества изделий и движения техники вперед предусмотрено развитие лабораторно-исследовательских работ, что даст возможность быть на современном уровне техники и освободить нас от необходимости платить крупные суммы валюты за техническую помощь заграницы по тем договорам, которые мы, в виду своей отсталости, вынуждены были заключить (по динамостроению, радио и автоматической телефонии).

Для того, чтобы намеченные производственные мероприятия дали наибольший эффект, должна быть усилена теперь же работа по нормализации и стандартизации электроизделий, чтобы изба-

вить производство от того разнообразия в типах и видоизменениях их, которое у нас имеется и которое при сравнительно малом объеме производства отражается особо на стоимости, как самого изделия, так и его эксплоатации.

Себестоимость продукции, а вместе с тем и продажные цены в связи с расширением и улучшением производства, конечно, снизятся, но ожидать, чтобы они сравнялись или близко подошли к заграничным, нет оснований.

По проекту пятилетнего развития электротехнической промышленности к 1931/32 г. предполагается иметь нижеследующие достижения:

1) снижение цен на материалы на—13,5%

Кроме того, следует ожидать уменьшения расхода материалов на 10%.

2) Увеличение производительности в—1,98 раза.

3) Амортизация составит—4,7% в самостоимости.

Следовательно, изделие, которое нам в 1926/27 году стоило Руб. 100, обойдется в 1931/32 г. в следующую сумму:

1) материал, вместо Р. 4 580 будет стоить

$$45{,}80 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}865 = \text{Р. } 35{,}80$$

2) Топливо, газ и электрическая энергия удешевляется, примерно, в той же пропорции:

$$2{,}80 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}865 = \text{Р. } 2{,}18$$

3) Зарплата вместо Р. 35,10 будет стоить $\frac{35{,}10}{1{,}7} = \text{Р. } 20{,}60$

при чем повышение производительности в 1,7 раза принято за вычетом той части, которая идет на повышение самой зарплаты (т.-е. заработка).

4) Страховка, налоги и сборы предполагается сохранить прежней величины—0,80.

5) Амортизация, как выше указано, должна составить 4,7% от самостоимости.

6) Прочие расходы уменьшатся несколько меньше изменения зарплаты:

$$\frac{11{,}70}{1{,}5} = 7{,}80$$

Таким образом, самостоимость составит:

| | | |
|---|---|---|
| 1. Материалы . . . . . | Р. 35—80 | 50,7% |
| 2. Топл. эл. эн. и газ . . . . . | » 2—18 | 3,1% |
| 3. Зарплата . . . . . | » 20—60 | 29,2% |
| 4. Страховка, налоги и сборы . . . . . | » 0—80 | 1,2% |
| 5. Амортизация . . . . . | » 3—30 | 4,7% |
| 6. Прочие расходы . . . . . | » 7—80 | 11,1% |
| Итого . | Р. 70—48 | 100% |

Удешевление себестоимости против цифры 25/26 года равно: 29,5% т.-е. по сравнению с нынешней заграничной себестоимостью вздорожание будет в $\frac{70,5}{42} = 1,7$ раза вместо 2,4 (1925/26 года).

Что касается отпускных цен, то считая накладные торговые расходы в размере 13% на себестоимость, а прибыль в размере 10%, получим надбавку в размере 23% и следовательно:

В 1925/26 г. отпускная цена равнялась себестоимости умноженной 1,46 (накладной торговый расход составлял 17,5%, а прибыль 14 % отпускной цены), т.-е. при себестоимости 100, средняя отпускная цена равнялась 146.

В 1931/32 г. то же изделие будет стоить по себестоимости 70,5, а отпускная цена будет равняться

$$70,5 \times 1,23 = 86,5$$

следовательно, снижение отпускных цен достигнет:

$$100\ \frac{146 - 86,5}{146} = 40\%$$

Соотношение наших продажных цен с заграничными дойдет до коэффициента 1,80, большего приближения к заграничным ценам можно ждать только от снижения цен на материалы, идущие в производство.

Расширение производства потребует и усиления оборотных средств. Учитывая, что улучшение, как самого производственного процесса, так и организационных факторов, ускоряют оборот капитала, можно считать, что пополнение оборотных средств потребует за те же пять лет (1927/28—1931/32) в размере около 85 000 тыс. рублей.

Таким образом, вся потребность в средствах для расширения электропромышленности потребуется около 185 000 тыс. рублей.

Прибыль за 5 лет составит около 105 000 тыс. рубл.; амортизационные отчисления дадут около 44 000 тыс. рубл., и следовательно, финансирование электропромышленности из госбюджета, при условии, что почти вся прибыль остается в электропромышленности, выразится в 36 000 тыс. рубл.

При этом надо иметь в виду, что вложение Государством средств в электропромышленность разрешит только половину вопроса о независимости электрификации СССР от заграницы, так как сама электропромышленность в основных материалах для производства зависит от заграничного рынка.

Поэтому, чтобы разрешить вопрос полностью, необходимо одинаковую долю внимания уделить и производству необходимых для электропромышленности материалов. В первую очередь, необходимо развернуть производство электролитической меди до размеров, необходимых электропромышленности. Валютные затруднения даже в мирное время заставляют отчетливо чувствовать зависимость электрификации СССР от заграницы по линии меди, так как импорт меди из-за недостатка валюты разрешается в недостаточных количествах, и как следствие этого, является ограниченный выпуск голых медных проводов: трудность получения голых медных проводов всем известна.

Вместе с медью должно быть развернуто и производство динамного и трансформаторного железа и химически чистого свинца.

Если эти основные материалы не будут в достаточном количестве и надлежащего качества даны русской промышленностью, то в момент войны и блокады электрохозяйство страны будет поставлено в катастрофическое положение.

Если указанные материалы потребуют сравнительно больших затрат для постановки их производства, то остальная масса необходимых электропромышленности материалов, часто требующихся в очень небольших количествах, для производства их в СССР требует скорее твердой воли для преодоления тех или иных технических трудностей и ясного создания необходимости этого достичь во что бы то ни стало.

---

**Цена — 95 к.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.959. Тираж 1 700 экз. 4¾ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инженера*
*Д. И. Верещагина.*

## ПЛАН РАЗВИТИЯ И ЭЛЕКРИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ И МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

Настоящий доклад составлен исключительно путем использования и проработки материалов и трудов Государственного Института по проектированию новых Металло-заводов, организованного Главным Управлением Металло-промышленности В.С.Н.Х. С.С.С.Р.

В частности, первая информационная часть доклада основана на работах Финансово-Экономического, Металлургическоио и Машиностроительного Отделов, а вторая—на работах Энергического Отдела Института.

Инж. *Д. И. Верещагин.*

1 марта 1927 г.
г. Ленинград.

## ЧАСТЬ I.

### Состояние металлопромышленности в С. С. С. Р. и ее будущие переспективы.

### Потребности С. С. С. Р. в черном металле и возможности их удовлетворения.

Еще в 1925 году Особое Совещание при Президиуме В. С. Н. Х. С. С. С. Р. установило нижеследующие статистические данные выплавки чугуна до 1-го октярбя— 25/26 г. — в тысячах пудов (количества указаны приблизительно).

| Годы. | Чугун. |
|---|---|
| 1913 . . . . . | 262 900 |
| 1922—1923 . . . . . | 18 500 |
| 1923—1924 . . . . . | 40 000 |
| 1924—1 25 . . . . . | 78 800 |
| Предположительно: | |
| 1925—1926 . . . . . | 151 000 |

Если за начало возрождения деятельности заводов принять 1920—1921 операционный год, то действительное предполагаемое оживление работы металлургических заводов может быть выражено кривой *а* нижеследующего графика (по подсчетам Главметалла) —

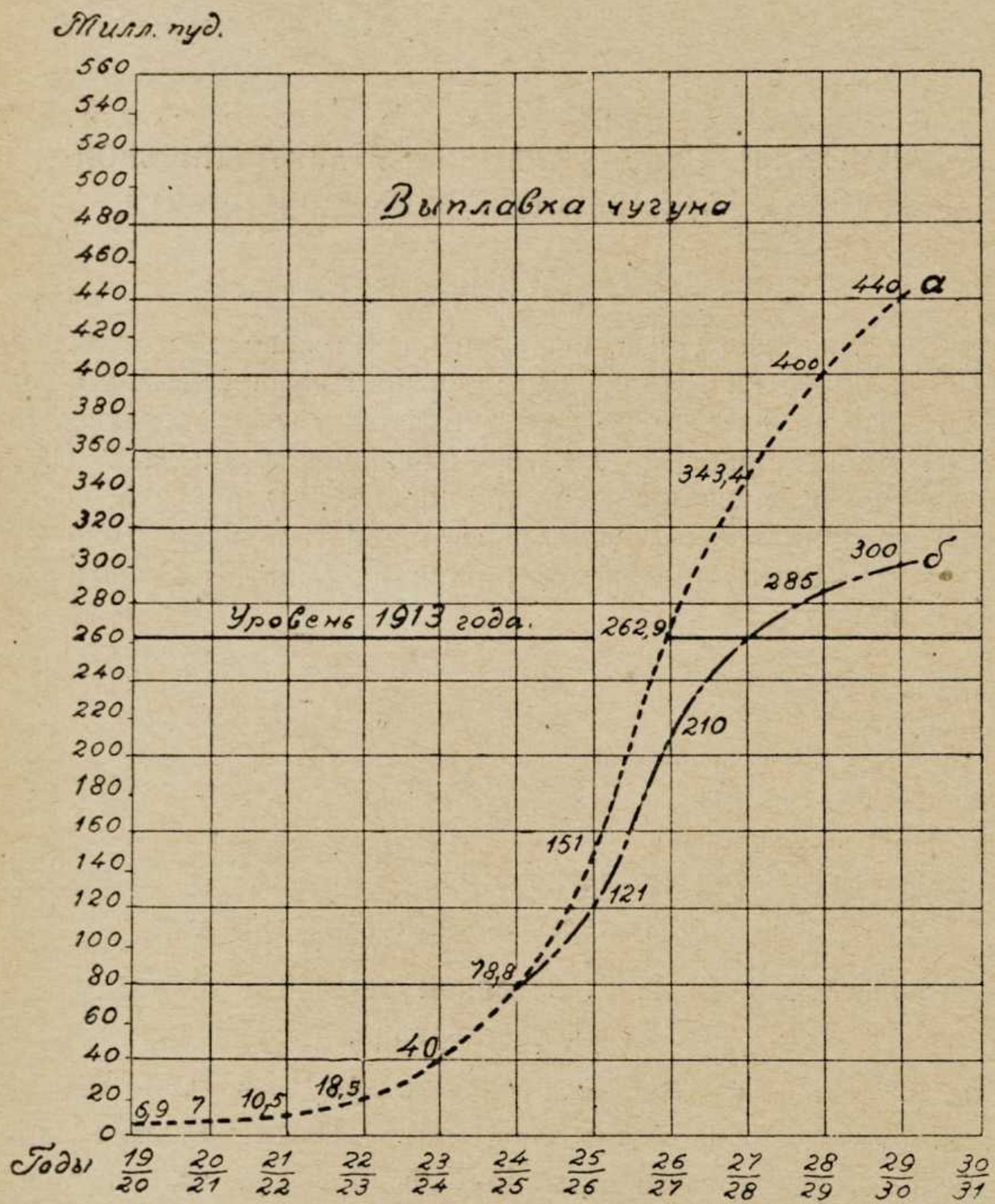



Рис. 1.

(см. рис. 1), где горизонтальной чертой отмечен уровень, которого достигли в 1913 г. все металлургические заводы, находящиеся на настоящей территории С. С. С. Р.

Однако, к концу 1925—26 операционного года уже выяснилось, что программа Главметалла не исполнена, примерно, на 20%, т. е.

на ординате 1925—26 г. мы будем иметь не 151 милл. пудов, а около 120—121.

Несомненно, что и в дальнейшем, в связи с общим замедлением темпа, из-за переустройства и реконструкции существующих заводов, выплавка чугуна пойдет ниже кривой, намеченной программой Главметалла, вследствие чего для 1926 — 27 года осторожнее будет принять цифру также меньшую, примерно на 20%, т. е. считать ее не 262,9, а 210.

Югосталь, после окончания реконструкции ее заводов — намечает для 1929—1930 года выплавку до 195 миллионов пудов, а Урал—около 80 миллионов пудов, приняв во внимание, что все остальные заводы вряд-ли смогут дать выше 20—25 милл. пудов, мы получим для этой точки кривой не 440, а около 300, т. е. вместо кривой *а*, будем иметь более вероятную и осторожную кривую *б*.

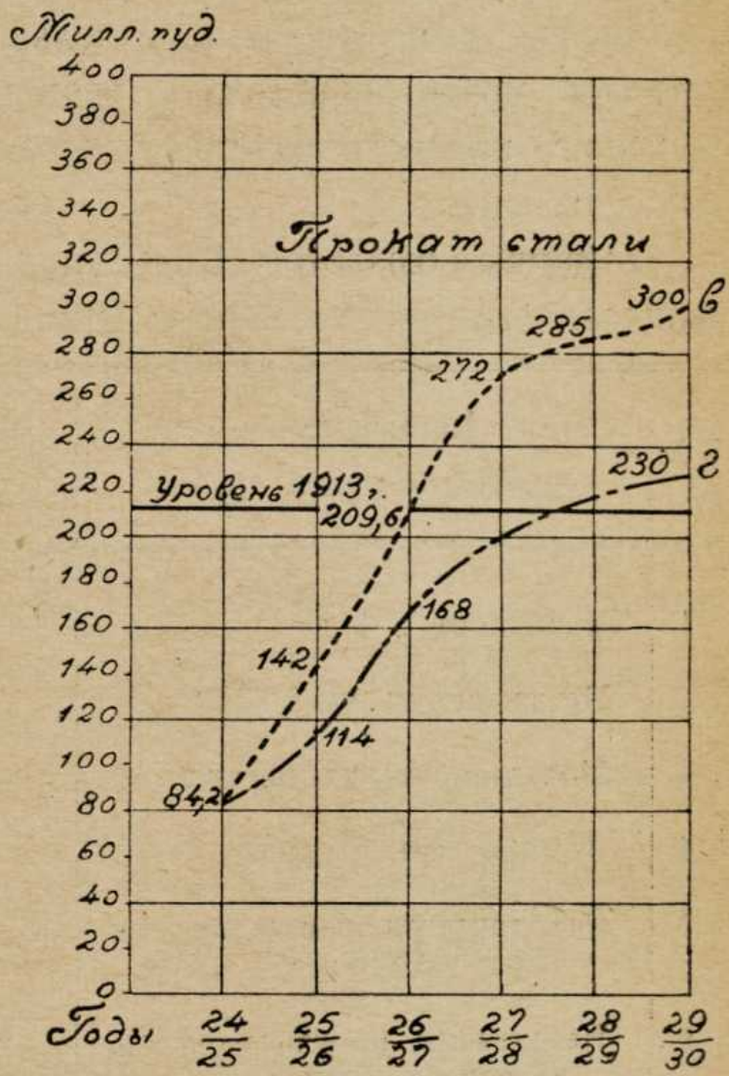


Рис. 2.

Соответственно уменьшению выплавки чугуна, конечно, уменьшится и производство всего проката по С. С. С. Р. и в частности для 1925 — 26 г., размер его может быть принят равным 114 милл. пудов, против предположительно заданных программой 142 милл. пудов.

Не останавливаясь на деталях подсчета, произведенного по этому вопросу—изобразим графически результаты таковых.

Результаты эти могут быть характеризованы кривыми рис. 2, где кривая *в* характеризует программные предположения Главметалла, а кривая *г* — более осторожные расчеты Финансов Экономического Отдела Гипромеза.

Если производство черного металла по всем нашим металлургическим заводам может быть определено с достаточной вероятностью, то относительно потребности в чугуне на предстоящие годы и в дальнейшем придется оперировать с величинами значительно менее вероятными, ибо они зависят от таких факторов, как состояние финансов государства к определенному моменту, рост или падение покупной способности населения, масштабы городского и сельского строительства и т. д.

Поэтому здесь следует начать с реальных цифр 1924—25, 1925—26 годов и затем попытаться соответствующими рассуждениями определить их рост в дальнейшем.

Степень удовлетворения отдельных групп потребителей черных металлов можно определить, сравнивая их заявки с фактическим отпуском, каковой характеризуется в свою очередь заключенными запродажами.

По данным бюллетеня Конвенции Синдикатов Металлической Промышленности для 1-го Марта 1926 г. мы имели, в тысячах пудов.—

| №№ | Наименование потребительских групп. | Потребность. | Заключены договоры. | % удовлетворения. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Транспорт . . . . . | 30 555 | 28 571 | |
| 2 | Металлопромышл. ГУМП'а . . | 51 505 | 51 478 | |
| 3 | Металлопромышл. местная . . | 16 045 | 9 331 | |
| 4 | Коммун. хоз. и стройт. . . . | 16 900 | 6 938 | |
| 5 | Гос. торговля, банки, кооперация и частники . . . . . | 25 050 | 23 556 | |
| 6 | Неметаллич. промышл. союзн. и республ. значения. . . . | 23 911 | 18 000 | |
| 7 | Прочие потребители . . . . | 8 198 | 4 371 | |
| | ИТОГО . . . | 171 164 | 142 245 | 82,6% |

Из этой таблицы определенно следует, что потребность С. С. С. Р. в черном металле для середины 1925—26 года могла быть удовлетворена лишь не свыше кругло $82^1/_2\,\%$.

Но заключенный на поставку договор, хотя бы и обусловленный всяческими неустойками, отнюдь еще не характеризует исполнение такового и действительно, вследствие невыполнения одной только Югосталью программных заданий, выпуск металла для марта 1926 года определился только 127 423 тыс. пуд. против указанных выше 142 245 тыс. пуд., в соответствии с чем и процент удовлетворения получился не $82^1/_2$, а только $72^0/_0$.

К концу 1925—26 года, как теперь уже выяснилось, выплавка чугуна составила около 121 000 т. п., а отсюда и производство проката вместо 114 000 тыс. пуд., даст только 103—104 000 тыс. пуд.

Надлежит иметь в виду, что 1925 — 26 год явился, повидимому, максимальным для производства черного металла на существующих заводах, что подтвердил и председатель В.С.Н.Х. В. В. Куйбышев, выступавший в середине декабря 1926 г. на VII Съезде Профсоветов [1]).

В речи своей В. В. Куйбышев указал, что увеличение продукции нашей промышленности затруднено, ибо старое оборудование «почти все уже вовлечено в производство».

«И хоть мы намечаем на 1926—27 г. некоторое дальнейшее усиление выпуска, но это производится уже за счет частичной реконструкции и расширения заводов».

Указанный выше максимум базируется, впрочем, не на частичной реконструкции, а, главным образом, на быстром введении в производство всего уцелевшего оборудования старых заводов и на общем поднятии уровня труда: в текущем году выработка на 1 рабочего=1 765 рубл. против 1 345 рубл. прошлого года.

Результаты же крупной реконструкции и значительного расширения скажутся лишь в 1929—30 г., что мы и учли ориентировочно в графиках кривых *а* и *б*.

Путем логических построений и тщательного анализа всех возможностей, учитывая литературные в этой области данные, Финансово-Экономический Отдел Гипромеза, основываясь на плановых предположениях Главметалла—по варианту разбивки потребностей по отдельным группам потребителей, определил предположительно следующие цифры потребления черного металла в миллионах пудов:

---

[1]) Газета «Труд» от 16/XII—26 г. № 291

| | |
|---|---|
| 1925—26 г. . . . . | 380 |
| 1926—27 „ . . . . . | 416 |
| 1927—28 „ . . . . . | 452 |
| 1928—29 „ . . . . . | 487 |
| 1929—30 „ . . . . . | 530 |

Следует указать, что примерно к этим же цифрам приходит и Главметалл по двум вариантам, один из них исчисляет потребление, исходя из того, что на 1 000 000 рублей валовой продукции всего Союза требуется затрата 16 748 пуд. черного металла, приведенного к чугуну, а другой вариант вычисляет потребление черного металла по сортам, употребляемым в хозяйстве страны.

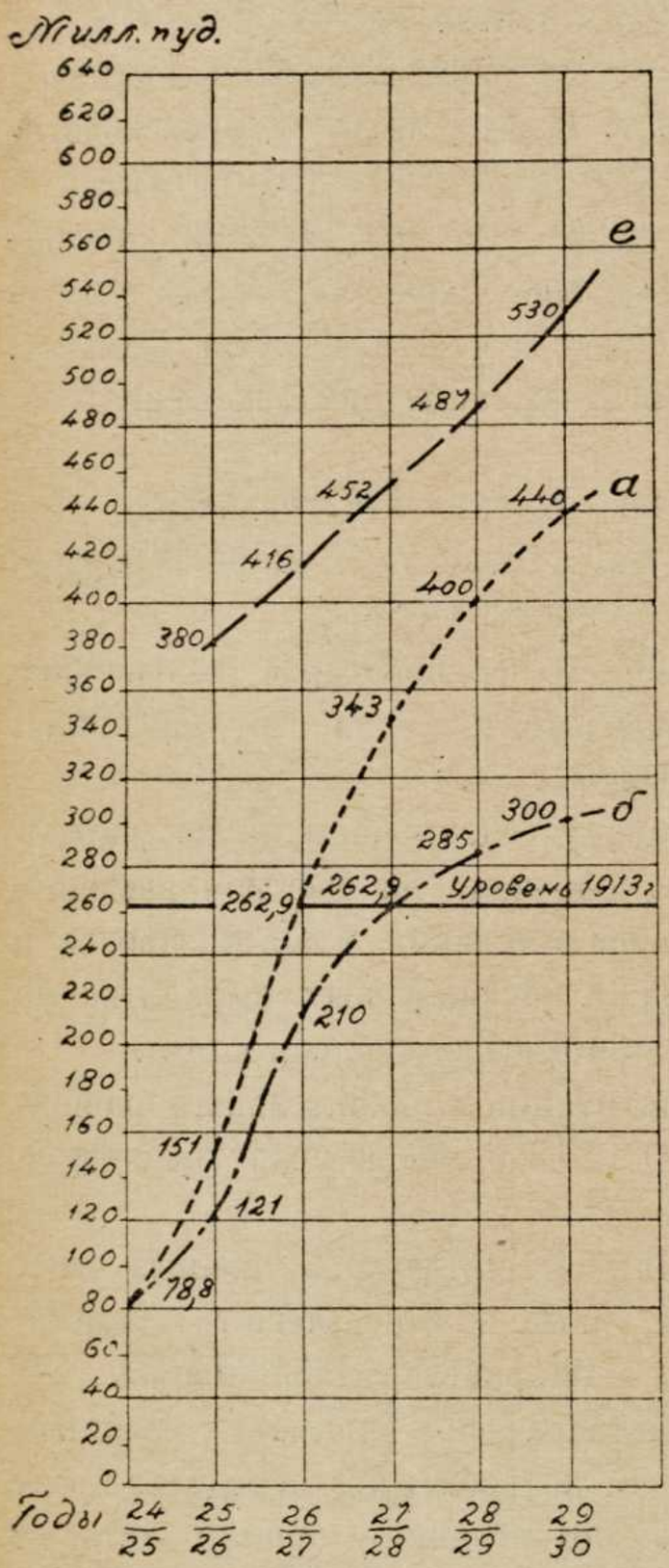



Рис. 3.

Если сравнить теперь цифры, нами только-что выведенные, с кривыми *а* и *б* выплавки чугуна (см. рис. 1), взяв по последним ординаты соответствующие периоду с 1925—26 по 1929—30 гг., то получим уже три кривых, из которых *а*—характеризует выпуск чугуна по данным Главметалла, расчитанным в феврале—марте 1926 г., *б* – более осторожные цифры, подсчитанные на основании соображений, относящихся к концу 1926 г., и, наконец, линия *е* — дает нам потребности страны в том же металле (см. рис. 3).

Все цифры в миллионах пудов.

Увеличение производства чугуна на существующих заводах, даже при условии их реконструкции и возможных переделок (т.-е.

по кривой *а*), конечно, имеет свои пределы, ограниченные техническими и экономическими возможностями, о чем в пояснительной записке 5-летнего плана Главметалла говорится следующее:

«Развивать существующие заводы за счет частичного оборудования вспомогательных цехов можно только до известных пределов, т.-е. пока первоначальные планы заводов не искажаются и передача грузов (в металлургическом заводе на 1 пуд выпускаемого изделия потребуется от $4^1/_2$ до 5 пудов материалов) не оказывает затруднений.

Мы считаем, что возможным пределом расширения является выпуск изделий с существующих заводов в количестве, примерно, на 50% выше довоенного уровня».

При этих условиях получаем, что при потребности порядка 500 милл. пудов, предельно возможный выпуск чугуна с расширенных и реконструированных существующих заводов составит для 1928—29 г. 400—410 м. пудов и эта последняя цифра является максимальной.

## Необходимость сооружения новых металлургических заводов и выбор районов для постройки таковых.

Совершенно очевидно, что при таком положении дел иного выхода, как постройка новых металлургических заводов и притом в срочном порядке, чтобы они начали выпуск своих изделий к 1930—31 г. самое позднее—нет.

На этот путь, являющийся единственным, и стал в 1925 г. ГУМП, срочно приступив к разработке проектов грандиозных новых металлургических заводов.

Перейдем теперь к общим соображениям, обусловившим выбор мест для постройки четырех таких заводов, каждый с производством до 40 000 000 пудов чугуна в год.

Доминирующее значение в выборе района для постройки нового завода в общем имеют, конечно, четыре фактора, все экономического характера.

1. Достаточно-ли в избранном районе количество необходимых для производства сырых материалов?
2. Благоприятны-ли условия для сбыта продукции и для получения тех сырых материалов, количество которых на месте недостаточно?

3. Возможно-ли достижение такой себестоимости главнейших продуктов производства, которая обеспечивала бы их сбыт в прилегающих к заводу районах, т.-е. возможно ли, чтобы продажная цена была ниже цен идентичной или подобной же продукции, привозимой в эти районы с других заводов?
4. Обеспечен-ли завод квалифицированной и валовой рабочей силой при наличии самой совершенной и современной механизации производства?

Районами, более или менее удовлетворяющими этим условиям, как оказалось, по изучении экономических условий и по производстве соответствующих дополнительных обследований, в СССР являются три: юг СССР, Урал и Кузнецкий бассейн (Зап. Сибирь).

Точными местами постройки на юге СССР намечается Кривой Рог—на месторождении криворожских руд и Керчь—на Керченских рудах (расширение и частичная реконструкция существующего завода).

## Криворожский завод.

Программное задание: 40 000 000 пудов чугуна в год, из них 20 мил. пуд. литейного чугуна и изделия из него (изложницы и трубы) для сбыта на рынок и 20 милл. пуд. в передел на прокат средне- и мелко-сортного железа и проволоки в $5^1/_2$ mm.

### Железная руда Кривого Рога.

а) Богатые руды—железа 60—65%, кремнезема 7—8%. Себестоимость 1 пуда, намечаемая Главметаллом, 8—9 коп.
б) Бедные руды—железа 50—55%, кремнезема 15—20%. Себестоимость 1 пуда 6—7 коп.
в) Кварциты—железа 35—40%, кремнезема 20—30% и выше. Себестоимость 1 пуда $1^1/_2$ коп.

Каменный уголь из копей Донецкого басейнаа. Средняя стоимость франко-завод—28 коп. за 1 пуд (17 коп. уголь, 11 к. провоз).

Кокс—выжигается на заводе. Ориентировочная цена—35 коп. за 1 пуд.

Марганцевая руда — с Никопольских рудников. Стоимость 1 пуда франко-завод 27 коп.

Известняк — имеется в достаточном количестве и хорошего качества в районе завода.

Стоимость — 2½—3 коп. за 1 пуд, франко-завод.

Удовлетворяет-ли и в какой мере место, избранное для постройки завода, основным указанным выше требованиям?

Вопрос, где следует строить данный завод, раз уже вопрос о необходимости нового завода принципиально решен, на руде или на угле—решается экономическими расчетами.

По расчетам (Ф.-Э. Отд. Гипромеза) при наличии высокотехнического современного оборудования, на новом заводе, в случае, если его строить в Кривом Роге и при условии выжига кокса на месте—расход главнейших сырых материалов на производство 1 пуда проката будет, с большей вероятностью, следующий:

| | |
|---|---|
| Руды железной | 1,80 пуд. |
| » марганцевой | 0,06 » |
| Угля каменного | 1,65 » |
| Известняка | 1,24 » |
| ВСЕГО | 4,75 пуд. |

т. е. соотношение количеств требующейся для указанной цели руды и угля—составит 1,80 : 1,65 = 1,09.

Иными словами, в данных условиях, завод следует строить не на угле, а на руде, чему Криворожский Район, конечно, в полной мере и отвечает.

Обратимся теперь к краткому обзору условий сбыта будущего Криворожского Металлургического Завода.

По существующим тарифным ставкам наиболее вероятными рынками для продукции нового завода надо считать: Одессу, Херсон, Николаев, Киев и затем, возможным, Москву.

Тариф на рельсы, балки, сортовое железо с 1 пуда от Кривого Рога до:

| | |
|---|---|
| Одессы составит | 19,3 коп. |
| Херсона „ | 12 „ |
| Николаева „ | 9,55 „ |

т. е. ниже, чем от ближайших существующих металлургических заводов, обслуживающих эти города и прилегающие к ним районы теперь.

В Киеве изделия Кривого Рога по тем-же причинам будут дешевле, чем изделия других заводов, наконец, в Москве почти в той-же цене.

В порядке выяснения вопросов, касающихся Криворожского Завода—на очереди вопрос о себестоимости выплавки чугуна.

Выявление этого вопроса здесь встречает препятствие в том отношении, что в целях сохранения небольшого запаса высококачественных Криворожских богатых руд, решено обратиться к обработке бедных руд и кварцитов, требующих предварительного обогащения в целях обескремнения.

Но способ обогащения не достаточно разработан, и в частности, на наших заводах до сего врем ни еще не применялся, в связи с чем и стоимость его пока точно не выяснена.

Подсчеты, основанные на имеющихся в литературе неполных данных, определяют стоимость 1 пуда обогащенной руды примерно, 9 копейками.

Если считать эту цифру правильной, то себестоимость выплавки 1 пуда чугуна на Кривом Роге не будет выше 50 к., т. е. будет очень близкой к таковым-же других южных заводов СССР.

В отношении валовой рабочей силы, расположенный в крупнейшем промышленном районе Союза, завод, конечно, обеспечен будет, что-же касается специалистов и квалифицированных рабочих, то их даст заводу та огромная школа, которую представляют собой многочисленные южные заводы СССР.

По ориентировочным пока подсчетам, число рабочих, которые будут заняты на новом заводе, определяется цифрой порядка 4 500 — 5 000 человек, что дает годовую производительность на каждого от 8 000 до 8 500 пудов.

На заводах новейшего типа, рационально механизированных, эта производительность вполне возможна и нормальна.

Ориентировочная стоимость постройки Криворожского Завода определяется кругло в 80 000 000 рублей, которые распределяются почти поровну между стоимостью оборудования и стоимостью зданий, включая в последнюю и 16 000 000 рублей на поселковое строительство.

В заключение этого краткого обзора следует указать, что в последнее время, сооружение Криворожского Завода, в связи с наметившимся и ныне выполняемым восстановлением и расширением

металлургического завода в Керчи — отодвинуто во 2-ю очередь, т. е. на конец наступающего пятилетия.

По этой-же причине и проектировочные работы по этому заводу несколько задерживаются.

## Керченский Завод.

Керченский Завод относится, в сущности, не к вновь сооружаемым, а к существующим старым, подлежащим капитальной перепланировке, затем переоборудованию и расширению.

Местоположение этого завода отличается условиями, особо благоприятными для развития крупного металлургического производства, что объясняется:

1) неограниченными запасами дешевой, местной железной руды; 2) такими-же запасами хорошего дешевого известняка; 3) сравнительной близостью Никопольской и Чиатурской марганцевой руды, а также Донецкого каменного угля; 4) возможностью получения в качестве побочного при производстве продукта такого рентабельного и нужного для сельского хозяйства, как томасшлак и, наконец, 5) расположением завода непосредственно на берегу моря, чем обеспечивается и облегчается заграничный экспорт продукции.

Вкратце осветим несколько каждое из указанных выше условий.

Железо-рудные месторождения на Керченском полуострове расположены вблизи существующего металлургическго завода и занимают пространство от пролива до окрестностей Ак-Маная, за исключением равнинной юго-западной его части, где их нет вовсе. Общая поверхность распространения руды приблизительно до 1 500 квадр. верст с выявленным запасом не менее 70 миллиардов пудов.

Керченские руды имеют две разновидности: «желтую» и «черную».

Первая содержит больше железа и фосфора и меньше кварца, но за то больше марганца.

Желтая руда более пригодна для доменной плавки томассовских чугунов, чем черная.

Средний анализ руд следующий:

| Перечень металлов и соединений. | Желтая руда. | Черная руда. |
|---|---|---|
| Fe | 36—40% | 34—35% |
| Mn | 1,3% | 4—5% |
| Ph | 1,0—1,1% | 0,9—1,0% |
| $SiO_2$ | 13—15% | 15% |
| $Al_2O_3$ | 4,5% | 4—5% |
| As | 0,05—0,08% | 0,05—0,08% |
| $H_2O$ | 18—25% | 18—20% |
| CaO + MgO | 2,5—2,8% | 2,9% |

Все руды, в общем представляющие собой бурые железняки, залегают на очень небольшой глубине и легко могут быть добываемы в ручную или экскаваторами.

В довоенное время 1 пуд руды, добытой кустарным способом, обходился 0,70 — 0,75 коп. (включая арендную плату на землю).

По расчетам горного инженера В. И. Гулыга стоимость этой руды с амортизацией механического оборудования рудников, обойдется теперь не дороже 1,2 коп. за 1 пуд на колошнике доменной печи.

Залежи известняков на Керченском полуострове определяются также десятками миллиардов пудов, при чем часть этих залежей («Мшанковые известняки») находится всего в ½ версте от завода и по своему составу (CaO — 44—46% и MgO—8%) представляет собой прекрасный флюс для доменной шихты, а кроме того, вблизи же завода имеются залежи «ракушечного известняка (CaO—52%; MgO—2%; $SiO_2$—1,5%).

Стоимость 1 пуда известняка на домнах завода не превысит 2,5 коп.

Переходим теперь к топливу.

Топливом может быть или каменный уголь или кокс, в силу чего на заводе может быть два варианта топливного хозяйства.

1. Уголь с Донецкого бассейна, выжиг кокса на заводе.

2. Коксование углей на копях Донецкого бассейна, завод получает готовый кокс.

Для определения какой из вариантов более в данных условиях выгоден, произведены были в Гипромезе точные подсчеты, на деталях которых не останавливаемся, при чем выяснилось, что стоимость 1 пуда кокса при выжиге его на заводе будет равна кругло 34 коп., а при получении с копей Донецкого бассейна в готовом виде 33,13 коп., т.-е. получаем цифры близкие одна другой; но при этом выжиг кокса на заводе имеет то несомненное преимущество, что дает газ в количествах, достаточных для всех прочих цехов завода, в том числе и для мартена, где будет получаться некоторое количество мартеновской стали, кроме полученной по основному способу Томассовского бессемерования.

Это обстоятельство совершенно определенно ставит вариант с выжигом кокса на заводе в лучшие условия, чем с получением его в готовом виде с копей Донецкого бассейна.

Для выплавки мартеновского передельного чугуна требуется марганцовая руда. Руда эта, вероятно, будет Никопольская, стоимость каковой, с содержанием марганца от 20 до 35%, в 1913—1914 г., была — 7 — 8 коп. за пуд. Тариф обойдется около 10,5 коп., следовательно, 1 пуд руды франко-завод встанет около 19 коп.

Каменный уголь Донецкого бассейна, франко-завод, по данным подсчета надо принять в 26 коп. за 1 пуд.

Таким образом, и в отношении сырых материалов, необходимых для производства, дело обстоит вполне благополучно, несмотря на то, что в прошлом Керченский завод не оправдал возлагавшихся на него надежд.

Сравнительно бедные по содержанию железа, но за то почти неисчерпаемые по количеству, Керченские руды давно уже привлекали внимание и правительства и частных предпринимателей, но никто из последних не решался вкладывать капиталов в это дело, пока не появился способ бессемерования стали по патенту Дж. Томаса.

Способ этот указал возможность выплавки фосфористого чугуна для передела его в сталь, т.-е. возможность пуска Керченских руд в доменную плавку.

Основанный с этой целью завод, однако, просуществовал всего несколько лет и затем закрылся.

Причин этой неудачи, главнейших, две:

1) правительство того времени не доверяло качествам томассовской стали, ибо опыт в ее применении не только у нас, но и за-границей, тогда был еще не достаточно обоснован, а потому отказывало заводу в заказах на рельсы и другой железнодорожный материал.

2) Проект завода был плохо продуман, следствием чего явилось крупное несоответствие в производственных возможностях главных цехов, а отсюда и чрезмерная себестоимость заводской продукции.

Инженер В. И. Гулыга, высказывающий это мнение, приводит в подтверждение его следующие факты из прошлой работы завода.

Доменные печи выпускали чугун в таком недостаточном количестве, что Томассовское отделение работало только 3—4 дня в неделю, а рельсовый стан—в одну смену.

Недостаток чугуна и отсутствие возможности регулярной работы Томассовских конверторов заменялись работой на штыковой чугун через вагранку, что влекло за собой излишний, в размере от 8 до 10%, расход дорогого кокса.

Доменные печи по своим размерам и конструкции были проектированы неудовлетворительно и в техническом, и в экономическом отношениях; руды приходилось брикетировать и спекать, что влекло за собой опять удорожание продукции.

При цене сырой руды в 0,82 коп. за 1 пуд, после брикетирования и спекания стоимость ее повышалась до $5^1/_2$ коп. на колошнике домны. Брикетирование, соединенное с процессом спекания, препятствовало выплавке чугуна в большом масштабе, а отсюда опять увеличение цеховых и заводских накладных расходов.

При возобновлении работы завода намечается коренное переконструирование его, согласно новейшим техническим достижениям Америки в практике плавки не только мелких, но почти пылевых руд в домнах специальной конструкции, каковы, например, установлены на заводе Иллинойс, где чугун выплавляется на

порошкообразной руде Мессаба без брикетирования и спекания.

Такое решение вопроса официально оформлено соответствующим постановлением Технического Съезда Югостали, состоявшемся в ноябре 1925 года, которым указывается, что новые домны на Керченском заводе, подлежащем расконсервированию и реконструкции, должны быть построены по типу печей, выплавляющих пылевые руды Мессаба.

По разработанному Югосталью проекту на заводе намечалось сооружение 5 доменных печей, из которых 4 будут в работе, а одна—в резерве на случав ремонта.

Так как идея реставрации и реконструирования Керченского завода заключается, главным образом, в установлении выплавки чугуна из бедных, мелких и фосфористых руд, в условиях наиболее экономически выгодных и технически совершенных, то не касаясь проекта устройства других цехов, перечислим ниже эти условия.

1) Доменные печи должны быть новейшей американской конструкции, по типу печей, выплавляющих непосредственно мелкую руду без предварительного ее брикетирования и спекания.

2) Добыча руды должна быть широко механизирована.

3) В целях понижения стоимости конечной продукции, т.-е. проката, должна быть построена при заводе фабрика для обработки томас-шлака и продажа его на сторону в качестве земельного удобрения.

Для определения—при соблюдений этих условив и при указанных выше расценках на необходимое для производства сырье—рентабельности металлургического завода, прежде всего, конечно, надо знать, более или менее точно, себестоимость выплавки чугуна, которая, в свою очередь, даст возможность с достаточной вероятностью определить себестоимость проката.

Себестоимость выплавки чугуна подсчитана Гипромезом на основании опытных данных других южных заводов, отнесенных к Керчи, затем тщательно проверенных, исправленных, сообразованных с теми новейшими достижениями, которые имеют быть применены на новом заводе, реконструируемом из старого,—в результате чего получена следующая таблица.

| Наименование материалов и расходов. | Расход на 1 пуд чугуна. | Цена 1 пуда в копейках. | Падает на 1 пуд чугуна в копейках. |
|---|---|---|---|
| Железная руда . . . . . | 2,5 | 1,2 | 3 |
| Марганцевая „ . . . . . | 0,001 | 19 | 0,019 |
| Известняк . . . . . | 1,0 | 2,5 | 2,50 |
| Кокс . . . . . | 1,33 | 34 | 45,2 |
| Шлак . . . . . | 0,109 | 2,54 | 0,28 |
| Рабочая сила . . . . . | — | — | 1,83 |
| Цеховые расходы . . . . . | — | — | 3 |
| Амортизация . . . . . | — | — | 3,56 |
| Цеховая стоим. 1 пуда чугуна без учета возврата газов . . . . . | — | — | 59,389 |

Стоимость доменных газов, отпускаемых другим цехам завода, при: 1) стоимости угля в 26 коп., калорийности его в 7 000 калорий; 2) при расходе газа, отпускаемого на сторону в размере 60% и калорийности в 900; 3) при выходе газа на 1 пуд чугуна в 75 m. получается:

$$\frac{26 \times 900 \times 75 \times 0{,}6}{7\,000 \times 16{,}38} = 9{,}11 \text{ коп.}$$

откуда цеховая стоимость чугуна определяется:

$$59{,}389 - 9{,}11 = 50{,}28 \text{ коп.}$$

Так как по данным опыта по всем заводам юга, погасившим свой основной капитал и производившим отчисления только в запасной фонд, общезаводские расходы на цеховую стоимость 1 пуда чугуна не превышали 3—4%, то нет оснований предполагать, что в Керчи при широкой механизации этот расход будет больше 1,5 коп., а потому заводскую цену 1 пуда Томассовского чугуна никак нельзя считать выше 50,28 + 1,5, т.-е. **52,0 коп.** (кругло)

Приводимые в настоящей записке подсчеты, приведенные к результатной цифре в размере 52 коп., даются несколько подробнее, чем для Кривого Рога, ибо для Керченского завода они имеют более актуальное значение.

Этим же соображением диктуются более подробные ориентировочные подсчеты себестоимости проката для того же завода.

По данным отчетов за 1913—1914 год Южно-Русских Заводов, производивших бессемеровскую и томассовскую болванку, имеем следующую таблицу проката в копейках с указанием его стоимости в $^0/_0$ отношении к стоимости чугуна.

| Наименование заводов. | | I. | | II. | | III. | | IV. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Чугун. | Стал. болв. | % к чугуну. | Крупн. сорт. железо. | % к чугуну. | Жел.-дор. рельс. | % к чугуну. | Балки. | % к чугуну. |
| Александровский. . . . . | 46,12 | 62,75 | 137 | 91,24 | 198 | 91,85 | 198 | 85,65 | 187 |
| Днепровский . . . . . | 46,07 | 58,73 | 130 | — | — | 82,64 | 180 | 74,89 | 161 |
| Петровский . . . . . | 47,52 | 62,07 | 131 | 85,72 | 180 | 83,79 | 170 | 87,49 | 184 |
| Таганрогский . . . . . | 48,7 | 72,24 | 148 | — | — | — | — | — | — |
| Русский Провиданс . . . | — | 53,53 | — | — | — | 72,73 | — | 68,58 | — |
| | Для будущего заново реконструированного и оборудованного Керченского Завода, надо взять наименьшие процентные показатели и тогда получим следующую строку этой же таблицы. | | | | | | | | |
| Керчь будущ. . . . . | 52,0 | 69 | — | 93 | — | 91 | — | 83 | — |

В связи с рациональным использованием газов доменных и коксовых печей, а главным образом, вследствие утилизации доменных шлаков и томас-шлака, больше, чем вероятно, что реальная себестоимость чугуна и проката понизится. В частности интересны в этом отношении подсчеты инженера В. И. Гулыга по предположениям которого при производстве на заводе до 30 000 000 пудов Томассовской стали количество томас-шлака определяется в $8^1/_2$—9 милл. пудов, стоимость какового надо считать никак не ниже 4 000 000 рубл. При этом условии себестоимость 1 пуда чугуна получится, примерно, на 10 коп. меньше исчисленной выше, т.-е. составит уже не 52,0, а только 42,0 коп.

При себестоимости в 42,0 коп.—себестоимость проката, конечно, соответствующе понизится и тогда вместо последней, приведенной для «будущей Керчи» строчки, сравнительных цен получим следующую:

42,0 54 75 75 69

т.-е. получим цены, при которых «новый» Завод с успехом может конкурировать со старыми заводами—даже в Москве, несмотря на большие для Керчи, чем для них, тарифные ставки провоза.

По проектным предположениям Югостали в отношении стоимости основной продукции Керченского завода, т.-е. разных сортов черного металла—возможно еще дальнейшее понижение путем организации при заводе цементного производства на 1 000 000 бочек в год. Производство это базируется на наличии большого количества доменного шлака и дешевого местного известняка с одной стороны и на доменном газе, используемом для печей и сушилок, и на близости морской воды, необходимой для грануляции шлака—с другой.

Такой цемент обошелся бы дешевле, а сбыт его был бы обеспечен, как южными рынками Союза, так и возможностью экспорта за-границу.

В отношении обеспечения Керченского Завода рабочей силой, условия те-же, что и для Кривого Рога, почему их и не повторяем.

Годовая производительность на одного рабочего, по отношению к прокату, составит:

$\frac{30\,000\,000}{4\,700}$ = т.-е. около 6 400 пуд., т.-е. та-же, что и на Кривом Роге, но по отношению к чугуну.

Так как в Керчи хорошо сохранилось почти все, к тому-же сравнительно современное и мало изношенное, оборудование консервированного завода, то стоимость постройки новых сооружений и реконструкции старых, значительно, конечно, меньше, чем в Кривом Роге, где все предполагается создать заново.

Общий расход по Керченскому Заводу определяется суммой в 45 700 000 рубл. довоенных; в той сумме: на силовые установки до 8 300 000 рубл., на жилищное строительство до 5 500 000 рубл. и на организацию водного транспорта до 3 000 000 руб.

Перейдем теперь к такому-же краткому рассмотрению экономических возможностей и технических соображений по сооружению двух гигантов Уральской Группы Металлургической Промышленности.

## Магнитогорский Завод.

Вполне подходящие базы для постройки новых крупных металлургических заводов на Урале имеются две:

а) В районе месторождения железных руд гор «Благодати» и «Высокой» и в Алапаевске на Среднем Урале.

б) В районе месторождений железных руд горы «Магнитной» на Южном Урале, но так как утвержденным на предстоящее пятилетие планом ГУМП'а предусматривается сооружение завода именно на Юге Урала, то и рассмотрим этот район.

Собственно Магнитная гора представляет собой группу гор. общей площадью до 24 кв. верст, слагающуюся из четырех рельефов, образуемых горой «Маячной», затем «Березовой», «Дальней» и «Малой».

Руда уже добывалась здесь; у Маячной—неправильными ямами, у Дальней—для Белорецкого Завода, открытыми горными работами, также и у южного склона горы Малой.

Господствующей рудой в Магнитогорском районе является магнитный железняк, во многих местах перешедший в «мартит» или окисленный магнитный железняк. Встречается железный блеск и красный железняк.

В разрушенной гранитовой и глинистых породах часто встречаются еще натеки бурого железняка.

Состав магнитогорской руды характеризуется следующим анализом, приводимым проф. К. И. Богдановичем в его книге «Железные Руды России» (1911 г., стр. 46).

| №№ | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO | MnO | CaO | S | Потери при прокале |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 14,85 | 0,08 | 66,92 | 11,43 | — | 1,82 | — | 1,84 |
| 2 | 6,11 | 1,77 | 74,74 | 12,04 | — | 2,39 | — | 2,74 |
| 3 | 11,30 | 2,25 | 74,72 | 6,86 | 1,34 | 0,50 | — | 2,90 |
| 4 | 0,81 | 0,57 | 95,43 | 0,39 | — | — | — | 2,80 |
| 5 | 11,06 | 0,45 | 22,14 | 0,57 | 0,50 | — | 0,93 | 4,35 |
| 6 | 23,45 | 4,30 | 67,43 | — | 0,93 | 0,20 | — | 3,49 |
| 7 | 3,91 | 5,85 | 74,75 | — | 7,71 | — | — | 8,47 |

Общий запас руд определяется (коренные, разведанные, вероятные) цифрой порядка 6—7 миллиардов пудов.

Таким образом, при намечаемом общими заданиями ГУМП'а размере производства—новый завод здесь обеспечен запасом руды не менее чем на 100 лет.

Из расчетов, сделанных Уралмет'ом и Уральск. Обл. Сов. Нар Хоз. стомость магнитогорской руды в доменном цехе проектируемого завода будет не больше 3,22 коп. за 1 пуд. при среднем содержании железа 63,26%.

Стоимость кокса, в случае его выжига на заводе из Кузнецких углей, будет не более 36 коп. за 1 пуд.

Посмотрим теперь, может ли при этих условиях иметь новый завод рынок для своего производства в районе, на котором так или иначе до него работали и работают уже существующие Уральские металлургические заводы: Тагильский и Алопаевский.

Сравнение это сделано в нижеприводимой таблице (Гипромез—1926 год).

| Наименование заводов. | Стоимость на заводе | | | Стоимость 1 пуда чугуна | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 п. руды | 1 п. кокса | | Рудой | Коксом | Всего |
| Тагильский . . . . . | 8,75 | 34,5 | Сибирский уголь. | 14,60 | 32,80 | 47,40 |
| Алопаевский . . . . . | 5,50 | 32,5 | | 12,40 | 32,50 | 44,90 |
| Магнитогорский . . . . . | 3,22 | 36,0 | | 4,85 | 36,00 | 40,85 |
| Тагильский . . . . . | 8,75 | 30,0 | Кизеловский уголь. | 14,60 | 28,50 | 43,10 |
| Алопаевский . . . . . | 5,50 | 31,5 | | 12,40 | 31,50 | 43,90 |

Экономический рекорд по стоимости руды и кокса на 1 пуд выхода чугуна, несомненно, принадлежит Магнитной Горе, что, конечно базируется, на низкой стоимости руды, добываемой и потребляемой на месте.

Программные производственные задания по Магнитогорскому заводу даны следующие:

Нормальный годовой выпуск:

| | |
|---|---|
| Чугуна (ковкого и литейного) . . . . | 3 500 000 пуд. |
| Рельсы тяжелого типа . . . . . | 15 910 000 „ |
| Балок . . . . . | 2 000 000 „ |
| Среднесортного железа . . . . | 3 000 000 „ |
| Рудничных рельс . . . . . | 1 000 000 „ |
| Мелкосортного железа . . . . | 14 000 000 „ |
| Итого . . . . | 39 410 000 пуд. |

Из этого следует, что 90% выплавляемого чугуна пойдет в прокат и только 10% в продажу и в литейные цеха завода.

По довоенной продажной стоимости (чугун—80 к., рельсы—112 к., балки—130 к., сортовое—150 к., рудничные рельсы—120 к. за пуд.) с прибавкой стоимости продукции цементного цеха,—общая производительность нового завода составит, при мерно кругло сумму 51 000 000 рублей в год.

Эта цифра интересна, конечно, не сама по себе, а по сравнению с производительностью, которая может быть развита всеми ныне существующими металлургическими заводами Урала при условии их реконструкции и расширения производства до возможных пределов.

Эта последняя цифра по подсчетам Гипромеза (в свою очередь базируется на расчетах, приводимых в изданиях «Металлопромышленность СССР» В. И. Межлаук и «Довоенная Промышленность» В. И. Жданов) определяется кругло 170—171 миллионами рублей для конца 1930 года.

Отсюда следует, что Магнитогорский завод будет давать один до 30% стоимости годичной выработки всех существующих Уральских металлургических заводов, взятых вместе.

Кроме расценок руды и кокса для определения полной заводской себестоимости 1 пуда выплавляемого чугуна, следует, конечно, принять в расчет стоимость и других необходимых для производства материалов, что и дается в следующей таблице, где отдельные слагаемые указаны частью по данным Гипромеза, частью по данным Уралпроектбюро и Южных Металлургических Заводов.

| Статьи расхода. | Расход на 1 п. чугуна. | Цена 1 п. коп. | Падает на 1 п. чуг. в коп. | Примечание. |
|---|---|---|---|---|
| Руда и флюс. | | | | |
| Железная руда . . . . . | 1,458 | 3,22 | 4,70 | Состав шихты по данным Уралпроектбюро. |
| Марганцовая руда . . . | 0,035 | 22,0 | 0,77 | |
| Известняк . . . . . | 0,216 | 2,5 | 0,54 | |
| Мартеновский шлак. . . | 0,100 | 2,80 | 0,28 | |
| Всего рудой и флюсом | 1,809 | — | 6,29 | — |
| Кокс . . . . . | 1,00 | 3 . | 35 | Цена кокса по данным Уралпроектбюро. |
| Исключ. стоимость 60% доменных газов, отпуск. в др. цеха заводов. Объем газов на 1 п. чуг. примем 75×0,5 м³ . . . . | 45 м³. | 0,188 | 8,50 | Расчет стоимости 1 м³. сделан при цене 24 коп. за 1 пуд. угля (7 000 Cal.). |
| Всего коксом. . . | — | — | 27,50 | — |
| Заработная плата + 15% начислений . . . . . | — | — | 1,84 | Заработная плата и цехов. расходы взяты по данным больших южных заводов. |
| Цеховые расходы . . . . | — | — | 4,50 | |
| Амортизация цеха. . . . | — | — | 2,50 | |
| Цеховая себестоимость чугуна. . . . . | — | — | 42,63 | — |
| Общезаводские расходы . | — | — | 3,30 | По данным Южных заводов. |
| Заводская себестоимость чугуна . . . . . | — | — | 45,93 | — |

Или кругло—46 коп. за 1 пуд.

Отсюда легко уже подсчитать себестоимость всего проката. Не приводя методов и способов подсчета, дабы не загромождать цифрами и выкладками настоящего доклада, приведем результативные цифры, дополнив сводку для сравнения, предположительными стоимостями главнейших изделий на существующих заводах Урала, взятыми из расчетов Уральск. Обл. Сов. Нар. Хоз. и отнеся, конечно, те и другие к 1929—1930 году.

В копейках на 1 п. продукции.

| Название продукции. | Цеховая стоимость. | Общезаводск. расходы. | Полная себестоим. | |
|---|---|---|---|---|
| | Магнитогорский Завод. | | | Др. зав. Урала |
| Чугун передел . . . . . | 42,63 | 3,30 | 46 | 63 |
| Рельсы 1-го сорта . . . . . | 84,0 | 6,52 | 91 | 124 |
| Балки крупные . . . . . | 79 | 6,28 | 85 | — |
| Среднесортн. жел. . . . . | 80 | 6,37 | 86 | 125 |
| Мелкосортн. жел. . . . . | 83 | 6,72 | 90 | 143 |
| Рельсы рудничн. . . . . | 73 | 5,97 | 79 | 135 |

Таким образом, себестоимость изделий нового завода, оборудованного, новейшими и наиболее современными в техническом отношении печами, станками и устройствами, при условии наивыгоднейшего во всех отношениях взаимного расположения цехов и мастерских, обусловливающего непрерывность движения материалов и самого производственного процесса, оказывается в общем почти в $1^1/_2$ раза ниже, чем то может быть достигнуто на существующих Уральских заводах реконструированных и расширенных.

Общее количество рабочих на Магнитогорском заводе предполагается кругло 4 600 человек, со включением сюда до 200 человек транспортников. Таким образом, годовая продукция одного рабочего составит:

51 000 000 : 4 600 = кругло 11 000 рубл., а в пудах проката 36 000 000 : 4 600 = около 7 850 пудов, т. е. в несколько раз больше, чем на существующих заводах, что объясняется, конечно, почти полной механизацией производства, намечаемой проектом.

Общая ориентировочная полная стоимость постройки Магнитогорского завода, т. е. включая и основные цеха и оборудование рудников и копей, определяется цифрой в 117 690 000 рублей, из которых до 60 830 000 рублей требуется на оборудование и до 56 860 000 рублей—на заводские здания, в той сумме до 19 600 000 рублей на поселковое строительство.

Блестящие во всех отношениях перспективы по Магнитогорскому Заводу, определенно диктующие целесообразность выдвиже-

ния его постройки в первую очередь, до января с. г. находились однако, под некоторым сомнением из за условий, в которых находится избранный для завода район, и главное, участок, в отношении железнодорожн й связи с Сибирью и Европейской частью Союза.

Из рассмотрения карты железнодорожных путей следует, что даже оборудование работ, а затем и завода не могут быть доставлены на место постройки без срочной постройки железнодорожной ветки на станцию Карталы с двумя мостами через речку Гумбейку, протяжением до 128—130 верст.

В указанную выше смету по заводу кредит на эту ветку включен, но так как полных ассигнований на развертывание работ по Магнитогорскому заводу можно ожидать не ранее 1927—1928 года, то еще 28-го ноября 1926 г. президиум Уральск. Обл. СНХ постановил: «настаивать перед НКПС о форсировании этой работы и об ассигновании на нее в 1926—27 г. суммы до 4 000 000 рублей».

Значение этой ветки для завода огромнейшее и потому, что ближайшее к нему месторождение местного каменного угля Полтаво-Брединское находится в районе станции Карталы и связано с ней уже существующим рельсовым путэм.

Точных данных, впрочем, о природе и свойствах углей этих пока нет и лишь в текущем году ассигнованы средства на производство соответствующих изысканий и обследований.

Конечно, для ввоза сырья с севера и востока и вывоза продукции, особенно же в западном направлении этой ветки, окажется недостаточно и непременно придется осуществить соединение будущего завода с Катав-Ивановским для выхода затем через Вязовую на Самаро-Златоустовкую магистраль.

Это соединение потребует прокладки кругло 150 верст железнодорожного пути.

По полученным (в Гипромезе) в январе с. г. официальным сведениям Центральным Управлением по сооружению жел. дорог к осени 1927 года рельсовый путь будет доведен до г. Магнитной, ночему упомянутые выше сомнения в возможности начать сооружение завода в ближайшем будущем очевидно отпадают.

Этим решением кладется начало осуществления обеспечивающей работу будущего завода связи с остальной промышленностью

и рынками Союза, но не будет разрешен еще вопрос об обеспечении безперебойной доставки угля из Кузнецкого бассейна. Этот последний вопрос уже более сложен, так как связан с необходимостью усиления и развития существующих сибирских железных дорог, магистраль которых Куломзино—Юрга, являющаяся составной частью пути от Челябинска до Кузнецка и так уже сейчас перегружена.

В силу этих соображений для завода крайне важен и жизненен, конечно, результат организованных ныне изысканий в Полтаво-Брединском угольном районе.

Перейдем, наконец, теперь к общему обзору данных, касающихся последнего из четырех будущих металлургических заводов, а именно к Тельбесскому.

## Тельбесский завод.

Сибирский рынок в период с 1909 по 1913 год требовал ежегодно около 19½ милл. пудов черного металла, большая часть которого доставлялась сюда с Урала и Южных заводов.

Местные мелкие заводы, самым большим из которых является Гурьевский, (с годовым производством до 0,5 миллионов пудов), удовлетворить спрос, конечно, не могли, не решает этого вопроса и намечаемая сейчас постройка в спешном порядке Петровского завода (в Сибири, Забайкалье), примерно, на 1½ миллиона пудов в год, которые полностью предположены в передел.

Так как в связи с увеличением потребностей Европейской части Союза все производство черного металла к западу от Урала там несомненно и останется,—то естественно возникновение необходимости постройки нового завода с производительностью порядка 20—25 000 000 пудов в год в самой Сибири.

В связи с ожидающимся в наступающем пятилетии значительным здесь усилением железнодорожного строительства, новый завод должен быть спроектирован и построен так, чтобы путем прибавки новых доменных печей и соответствующим расширением сталелитейных и прокатных цехов можно было, в случае надобности, довести выплавку чугуна до 40 000 000 пудов, т.-е. до тех же размеров, на какие проектируется каждый из упомянутых раньше новых гигантов—Урала и Юга Союза.

В отношении намечаемого расширения производства следует указать, что целесообразность его не исключается даже и в случае неиспользования излишков внутри страны, ибо несомненно, для продукции Тельбесского завода всегда будет реальной возможность экспорта за границу, в Монголию, в Манджурию и в Китай.

Районом для постройки нового завода избран Кузнецкий бассейн (гор. Кузнецк), как представляющий собой исключительно счастливое в Сибири сочетание месторождения железных руд и огромного количества коксующихся углей.

Рессурсы эти были в достаточной степени изучены раньше Управлением Акц. Об-ва Кузнецких Копей, но так как в конце 1925 года, в начале 1926 г., профессор Томского ун-та инж. М. И. Усов, возбудил некоторые сомнения в правильности определения мощности рудных залежей, то в настоящее время им же производятся проверочные в этом направлении обследования и изыскания, которыми сомнения должны быть устранены.

Состав руд Тельбесских месторождений — магнитный и бурый железняк и ферросидериты.

По подсчетам Гипромеза, максимальная стоимость кузнецкой руды определяется в $7^1/_2$ коп. за 1 пуд, на колошнике домны при условии, конечно, широкой механизации добычи.

Пуд кокса при выжиге его на месте, учитывая возврат продуктов отгона и при цене угля в 9 коп. (на 1929—1930 г.) можно считать не больше 15 коп.

Хуже обстоит дело с марганцевой рудой, месторождений которой пока ни в Сибири, ни на Урале в сколько-нибудь серьезных количествах не обнаружено и которую в силу этого придется, вероятно, возить из Никополя. При цене марганцовой руды на месте в 12 коп. за 1 пуд и при тарифной ставке за 4 900 km в 48 коп., со всеми сборами—стоимость ее в Тельбессе будет, вероятно, не свыше 60 коп. за 1 пуд.

Магнезит и доломит потребуются в столь незначительных количествах, что даже сравнительно значительная стоимость их не может отозваться сколько-нибудь серьезно на стоимости проката, хотя мы до сих пор еще не можем указать точно те пункты, откуда их можно было бы вывозить на Тельбесс.

Стоимость известняка и огнеупорной глины (для кирпичей на домны и на мартеновские печи) можно принять, как для Магнитогорского завода, т.-е. не больше 2,5 коп. за пуд.

Вода на месте имеется в изобилии, стоимость ее в количествах, необходимых для производства, определяется по стоимости имеющих быть сооруженными водопроводных устройств и будет учтена в обще-накладных расходах по заводской стоимости продукции.

Произведем теперь подсчет ориентировочной стоимости выплавки 1 пуда чугуна на будущем заводе:

| Название составных частей шихты. | Расход на 1 п. чугуна. | Цена 1 пуда. | На 1 пуд чугуна. | ПРИМЕЧАНИЕ. |
|---|---|---|---|---|
| | В копейках довоенного рубля. | | | |
| Железная руда . . . . | 2 | 7,5 | 15 | 2 п. в предположении содержания железа в руде до 50%. |
| Марганцовая руда . . . | 0,05 | 60 | 3 | Руды требуется фактически несколько меньше. |
| Известняк . . . . . | 0,4 | 2,5 | 1 | В предположении значительного содержания кремнезема в рудах. |
| Мартеновский шлак . . | 0,100 | 1,50 | 0,15 | То-же, что и в подсчетах по Магнитогорскому заводу. |
| Всего рудой и флюсом . . . | 2,95 | — | 19,15 | |

При указанной уже выше цене кокса в 15 коп. за 1 пуд и при условии, что общезаводские и цеховые расходы здесь не превысят таковых-же по Магнитогорскому заводу—максимальная заводская себестоимость выплавки чугуна определится по следующему подсчету (см. табл. стр. 28).

Принимаем далее: расход доменного газа равным 40%, отпуск в другие цеха=60%, калорийность Кузнецкого угля 700 Cal. 1 пуд угля—9 коп., количество выхода колошникового газана 1 пуд чугуна — 75 $m^3$ калорийность уходящего газа — 900 Cal. в 1 $m^3$.

| Название частей шихты и наименование расходов: | Расход на 1 п. чугуна. | Цена 1 п. в копейках. | На 1 п. чугуна в коп. | ПРИМЕЧАНИЕ. |
|---|---|---|---|---|
| Руда и флюс . . . . . | — | — | 19,15 | |
| Кокс . . . . . | 1,1 | 15 | 16,5 | 1,1 коп. потому, что Кузнецкие руды несколько беднее Магнитогорских. |
| Зар. плата 15% . . . . | — | — | 0,84 | По данным, принятым для Магнитогорского и других заводов. |
| Цеховые накл. расх. . . | — | — | 4,42 | |
| Амортиз. доменного цеха. | — | — | 1,25 | |
| Общезаводские расходы . | — | — | 3,26 | |
| Итого полная стоимость выплавки 1 пуда чугуна . | — | — | 46,42 | |

Стоимость газа, отпускаемого в другие цеха:

$$\frac{9 \times 900 \times 75 \times 0{,}6}{7\,000 \times 16{,}38} = 3{,}18 \text{ коп.}$$

Следовательно, стоимость 1 пуда чугуна на складе завода будет: 46,42—3,18=43,14 или кругло 43 коп.

Переходя отсюда к цеховой стоимости изделий, каковую по сравнению с таковой-же на Магнитогорском можно считать, приблизительно на 5% ниже и, наконец, к заводской себестоимости изделий за 1 пуд получаем следующую сводку:

| | |
|---|---|
| Чугун штыковой . . . . . | 43 коп. |
| Рельсы железнодорожные . . . | 87 » |
| Балки крупные . . . . . | 81 » |
| Среднесортное железо . . . . . | 82 » |
| Мелкосортное железо . . . . . | 86 » |
| Рельсы рудничные . . . . . | 76 » |

Весь этот подсчет сделан в предположении выплавки в 40 000 000 пудов в год, как на Магнитогорском заводе; при 20 000 000 пуд. общезаводские и цеховые расходы возрастут, конечно, процентов на 10, что отзовется увеличением цифр по-

следне приведенной сводки, примерно, от 0,5 до 1 коп. и что, конечно, особого значения на себестоимость иметь не может.

Вопрос о сбыте продукции завода не требует выяснения, ибо при выплавке 20 000 000 пудов все будет потреблено сибирским рынком, а при 40 000 000 пудов—если к тому времени не возникнет ожидаемого спроса со стороны железнодорожного строительства—придется заняться экспортом излишков за границу [1]).

Сортамент изделий при выплавке:

| 40 милл. пуд. | 20 милл. пудов. |
|---|---|
| Чугун литейный. | „ |
| Трубы чугунные. | Исключается. |
| Рельсы. | „ |
| Балки и швеллера. | „ |
| Сортовое крупное. | Исключается. |
| Сортовое среднее. | „ |
| Сортовое мелкое (без обручного). | „ |
| Проволока катанная. | „ |
| Листы толстые. | „ |
| Листы тонкие. | „ |

Следовательно, при полном на 40 000 000 пудов в год развитии, Сибирь (к востоку от Омского меридиана) получала-бы извне только кровельное и обручное железо, затем, железные трубы; при сокращенном-же выпуске и сокращенном сортаменте придется, конечно, ввозить и чугунные трубы и крупное сортовое железо.

Стоимость сооружения Тельбесского завода вместе с оборудованием рудников и копей, постройкой и оборудованием химического завода и постройкой рабочего городка определяется (годовой отчет Гипромеза за 1925 — 26 г.) в 76 680 000 рублей (из которых по основным цехам около 37 500 000 рублей), каковая сумма образуется из двух слагаемых почти равных по величине на оборудование и на сооружение зданий, считая в последней до 13 200 000 рублей—на поселковое строительство.

Если вопрос об обеспечении Тельбесского и Магнитогорского заводов неквалифицированной рабочей силой может быть разре-

---

[1]) По тарифным соображениям Магнитогорский черный металл может конкурировать в Сибири с Тельбесским, только до меридиана Омска, а к востоку от Омска до Владивостока вся Сибирь будет обслуживаться Тельбессом.

щен более или менее удовлетворительно, то значительно хуже дело обстоит с квалифицированными рабочими и специалистами и, вероятно, на обоих заводах придется озаботиться созданием своих фабзавучей и технических школ, в настоящем-же постараться привлечь нужных работников путем создания для них наиболее благоприятных жилищных и материальных условий.

В отношении сроков постройки четырех металлургических заводов надлежит указать следующее: согласно последним распоряжениям Центра, первым по очередности признан Керченский завод, на развертывание работ которого по проектированию дополнительных сооружений, по реконструкции и расширению существующих цехов уже в 1926—27 году ассигновано ГУМП'ом до 6 000 000 рублей; затем вторым поставлен Магнитогорский, и, наконец, на третьем месте, без особых пока преимуществ одного перед другим, стоят заводы Тельбесский и Криворожский причем по всем трем последним строительных работ на местах в текущем году не предполагается, проектирование-же и ряд необходимых для него дополнительных обследований и изысканий будут итти полным темпом.

Выделение Керченского завода на первый план и ассигнование сравнительно крупных средств на немедленный приступ к работам, заключающимся, главным образом, в постройке вновь двух доменных печей, на 275 t каждая, в капитальном ремонте коксовальных печей и миксера, в переустройстве Томассовской и прокатных мастерских, затем в усилении мощности электрической станции с установкой новых воздуходувок и в приведении в полный порядок, сравнительно хорошо сохранившегося за время консервации, остального оборудования и сооружений, объясняется, конечно, реальной возможностью получить здесь в кратчайший срок столь необходимый Союзу черный металл.

По жестким программным заданиям началом выпуска заводом продукции намечается Октябрь—Ноябрь 1927 года.

### Металлообрабатывающие заводы.

Беспревывный рост потребности в металлоизделиях побудил соответствующие тресты и предприятия Главметалла, подобно тому, как это наблюдалось и в отношении заводов производящих

черный металл, ежегодно увеличиватьь свои производственные программы, благодаря чему уже в 1925—26 году мы имели следующее отношение достигнутой нагрузки некоторых трестов к полной технически возможной:

| Наименование трестов. | Процентное отношение существующей нагрузки от полной технически возможной. |
|---|---|
| Гомза . . . . . | 85% |
| Южмаштрест . . . . . | 84% |
| Ленинмаштрест . . . . . | 89% |
| Мосмаштрест . . . . . | 74% |
| Укрсельмаштрест . . . . . | 100% |

По сельско-хозяйственному машиностроению сколько-нибудь крупных предприятий в консервации не имеется, все использовано, а по общему машиностроению введены уже самые крупные из оставшихся «в резерве» Тверской-вагоностроительный, бывш. «Феникс» и Таганрогский котельный.

Уже в 1925—26 году сопоставление предположенного производства с потребностью С. С. С. Р. обнаружило недохватку в сумме близкой к 200 000 рубл. довоенных, что составит около 38% от выявленной потребности.

По подсчетам ГУМП'а, базирующимся на том, что в текущем году технически возможная нагрузка существующих заводов достигла максимума, в дальнейшем, если не будет принято самых экстренных и чрезвычайных мер к увеличению производительности, недохватка эта для 1926—27 года выразится уже 330 000 000 рублей, а для 1927—28 года—445 000 000 рублей довоенных и кругло достигнет 56—57% от потребности.

Положение получается уже явно угрожающим и граничащим со срывом программы индустриализации Союза.

Экстренные и чрезвычайные меры в этих обстоятельствах могут быть только двух категорий:

а) повышение производственных возможностей существующих заводов;

б) постройка новых заводов.

Как и в отношении металлургических заводов, здесь положение, конечно, совершенно одинаково, очевидно, одинаков и путь, по которому надо было итти и по которому пошло руководимое В. С. Н. Х. Главное Управление Металлической Промышленности, т. е. доведение производительности существующих заводов, путем реконструкции и расширения до технически возможных максимальных пределов и немедленный приступ к подготовительным работам, а затем и к постройке новых заводов, с тем, чтобы таковые вступили в эксплоатацию к периоду 1931—32 года.

На пятилетие 1927—1932 г. в настоящее время уже разрабатывается ориентировочная программа финансирования проектирования и строительства новых машиностроительных и металлообрабатывающих заводов, которой предусматривается для этой цели ассигнование кругло в сумме до 580 000 000 рублей (кроме 925 000 000 рублей, предназначаемых на новые заводы черной и цветной металлургии).

По первоначальным, относящимся к началу 1926 года. предположениям и планам ГУМП,а, намечались к постройке в первую очередь, со сроком исполнения до 3—5 лет, следующие заводы.

1. 1-й завод пахотных орудий, лобогреек и крестьянских ходов в Ростове на Дону.
2. II-й завод уборочных машин в Ростове на Дону.
2. Завод сеялок в Армавире.
4. Завод пахотных орудий в Челябинске.
5. Завод сеялок и молотилок в Воткинске.
6. Завод кос в Златоусте.
7. Завод молотилок, зерноочистительных и сортировочных машин в Калужской губернии.
8. Завод плужный в Запорожье.
9. Завод вагоностроительный в Нижнем Тагиле.
10. Завод машиностроительный в Свердловске.
11. Завод тракторный в Сталинграде.
12. Завод болтовой в Саратове или Торецке.
13. Завод текстильного Машиностроения в Туле.
14. Завод полиграфических машин } В Москве или Ленинграде.
15. Завод инструментальный }

Всего 15 Заводов,

из них 8, т. е. больше половины сельско-хозяйственного машиностроения.

Предположения и планы эти затем в течение 1926 года подверглись тщательному анализу и переработке и к концу 1926 года в первоочередной группе новых заводов оказались:

1. Ростовский сельско-хозяйственного машиностроения; Сталинградский—тракторный; Нижне-Тагильский — вагоностроительный и Свердловский—машиностроительный.

2. Реконструируются и расширяются заводы: Златоустовский косный и два болтовых—Торецкий и Саратовский.

3. Находятся пока в стадии предварительной проектировки и невыявленной очередности заводы текстильного машиностроения, Воткинский сельско-хозяйственного и, наконец, инструментальный.

Таким образом, поскольку первоначальные предположения в отношении металлургических заводов не только неизменились, но укрепились и точно установились—предположения в отношении металлообрабатывающих заводов подверглись значительному сокращению, без изменений, впрочем, в выборе мест для их постройки.—

Чтобы не усложнять настоящий доклад сравнительно мелкими деталями и подробностями, имеющими отношение к 2 и 3 группам указанных выше заводов и чтобы сосредоточить затем внимание на 1-ой группе—ниже даются в самых кратких цифрах и общих описаниях ориентировочные сведения по этим заводам.

Завод Златоустовский—производство кос, в количестве до 2 500 000 шт. в год, организуется путем использования одного из пустующих корпусов (общей площадью до 5 000 $m^2$), имеющихся на территории механического завода в Златоусте.

Заказаны секторные столы, прессовые ножницы. молота Джуниора и необходимые для оборудования завода краны.

Осенью 1927 года Завод начнет выпуск изделий.

Завод Торецкий болтовый в Луганске. Производство, в количестве не свыше 1 433 550 пудов в год, организуется также путем использования и расширения существующих построек и реконструкции оборудования бывшего Дружковского Завода.

Предварительный проект разработан, окончательный разрабатывается.

На строительные работы в 1926—27 году предусматривается ассигнование до 1 200 000 рублей, в той сумме до 94 000 на проектирование и производство необходимых опытов и обследований.

Начало выпуска изделий намечено в 1927—1928 году.

Завод Саратовский болтовый. Производство костылей и болото-заклепочных изделий в количестве до 2 000 000 пудов в год, организуется путем использования существующих незанятых корпусов, с переработкой всего хода производственных процессов и расположения новых станков и оборудований.

На строительные работы намечается ассигнование в 1927 году лишь 290 000 рубл.—Вступление в эксплоатацию, 1927—1928 год.

Завод текстильного машиностроения. Вопрос об ассигновании средств на разработку проекта и приступа к работам по этому заводу точно также не выявлен, ибо до сих пор точно еще не установлены ни типы, ни количества стандартных машин, которые должны на нем выделываться, а в связи с этим не выявлено точно и производственное задание по заводу.

По первоначальным предположениям, относящимся к началу 1926 года, общий выпуск текстильных машин всеми существующими в настоящее время и работающими в этой области заводами определялся круглой суммой в 11 500 000 рублей, тогда как потребности рынка определились суммой в 50 000 000 рублей т.-е. предложение составляет лишь около 23% от спроса.

Наиболее остра потребность в автоматических ткацких станках, которых может быть предложено в лучшем случае до 2 265 шт., а требуется до 14 000 шт.

В целях удовлетворения именно этой потребности и намечалось сооружение нового завода с общей производительностью до 5 000 штук в год.

Завод предполагалось построить или в Кинешме или в Ярославле. В течение 1926 года были обследованы крупнейшие из предприятий, работающих в области текстильного машиностроения и произведены тщательные экономические обследования и изыскания для определения возможности расширения производства на существующих заводах и для установления, в случае такое расширение окажется невозможным, места сооружения нового завода.

В результате этих мероприятий, местом постройки нового завода намечен г. Тула, но так как вопрос об очередности постройки

завода точно еще не выявлен, то на этом пока и ограничимся, указав лишь, что по контрольным цифрам 1926—27 года, потребный к отпуску на этот завод кредит определяется кругло в 36 868 000 рублей.

Завод инструментальный.—По предварительным, ориентировочного характера подсчетам Главметалла, потребности Союза в нормально-режущем инструменте для 1929—1930 года определялась цифрой кругло в 7 000 000 рублей довоенных, против могущего быть к тому-же времени развитым производством на сумму кругло до 1 000 000 рублей.

Из сопоставления этих цифр следует, что и в этой отрасли металлопромышленности ограничиться реконструкцией и расширением существующих заводов (Сестрорецкий, Златоустовский, мелкие разрозненные мастерские на отдельных заводах для удовлетворения «своих» нужд) нельзя и необходимо строить новый завод.

Програмными заданиями начала 1926 года намечалось сооружение Центрального Инструментального Завода с производительностью на сумму до 3 000 000 рублей довоенных с тем, что остальная потребность будет покрываться частью работой существующих заводов, частью заграничным импортом.

Так как для производства инструментальной стали высокого качества, необходимо наличие дешевой электрической энергии и достаточных запасов сырья для получения ферросилиция, который мы и до сих пор ввозим в солидных количествах из заграницы, то естественно, возникновение мысли о постройке нового завода в районе, где-бы имелись на-лицо упомянутые выше рессурсы.

В связи с частью уже исполняемым, частью предстоящим сооружением крупных гидроэлектрических централей, а затем и наличием крупного местного спроса на инструмент,—таким подходящим районом, несомненно, является Ленинградский, особенно-же, имея ввиду обнаружение значительных кварцитных месторожлений в районе Карельской С.С. Республики.

Залежи кварцитов находятся вблизи Кондопожской губы на Онежском озере, где в настоящее время строится Кондопожская гидроэлектрическая станция (начало эксплоатации 1-ой очереди 1927—1928 г.) у которой, по осуществлении 2-ой очереди, ока-

жется избыток дешевой электрической энергии в количестве, с излишком покрывающем то, которое нужно для производства 4 500 t ферросилиция т.-е. всей потребности в нем не только нового инструментального завода, но и всего Союза.

Это обстоятельство имеет настолько существенное значение в экономическом отношении, что возникло предположение строить новый завод в Карелии, а не в Ленинграде.

Вопрос этот в настоящее время прорабатывается и выявляется в целях всестороннего освещения.

Производственное годовое задание для первой очереди нового завода (сверловочный отдел) намечается в 3 000 000 штук сверл и 300 000 штук метчиков.

Что касается, наконец, Воткинского Завода сельско-хозяйственного машиностроения, то проектные в отношении него соображения не вышли еще из стадии подготовительных работ расчетов, а потому на нем и не останавливаемся.

Перейдем теперь к новым заводам, постройка которых частью уже начата, частью начнется в текущем году.

## Ростовский завод сельско-хозяйственного машиностроения.

Вернемся и здесь, по принятому при рассмотрении других металлообрабатывающих заводов порядку, к первоначальным программным заданиям, относящимся к 1925—1926 году.

Как уже было указано, для удовлетворения потребностей Юго-Востока Союза и отчасти Украины в земледельческих орудиях—намечалось тогда создание трех заводов—двух Ростовских и одного Армавирского.

Годовая потребность этого района в сельско-хозяйственных машинах для 1925—26 года определялась ориентировочно следующими цифрами:

Плуги—270 000 шт., посевных машин—54 000 шт., уборочных машин—54 000 шт., молотилок—68 000 шт., и, наконец, зерноочистительных машин—108 000 штук.

Существующие заводы, из которых самый крупный «Красный Аксай» (оборудование которого и здания предполагалось использовать для 1-го Ростовского Завода) в отношении только плугов не справляются с этой потребностью минимум на 25%, а в осталь-

ных—значительно больше, так как перегружены и своими и Украинскими заказами.

Все три упомянутых выше завода, общей стоимостью (не считая основного капитала на «Красном Акçае») кругло в 33 000 000 рублей довоенных, примерно, должны были бы выпускать в год: плугов — 200 000 шт., лобогреек — 40 000 шт., крестьянских ходов—30 000 шт., сенокосилок—10 000 шт. сноповязалок — 7 000 шт., конных граблей—20 000 шт., сеялок — 20 000 шт., дисков культивизаторов—5 000 шт., запасных частей до 215 000 пудов,—на общую сумму кругло до 19 000 000 рублей.

Начатый постройкой в прошлом году новый Ростовский завод расположен на свободном участке, общей площадью 236 десятин, между Ростовом и Нахичеванью, в расстоянии 3—4 km от р. Дона. Под завод—80 десятин, нод поселок 156 десятин. Кубатура заводских корпусов до 1 250 000 $m^3$., площадью около—140 000 $m^2$; под складами—до 90 000 $m^2$.

Расстояние от станции Нахичевань Донская 1 km.

Участок простирается вдоль железнодорожной магистрали Ю.-В. ж. д. на протяжении 2 km.

Производительность завода обнимает собой такую же всех трех ранее намечавшихся к постройке в этом районе.

Завод будет выпускать ежегодно: плугов однокорпусных — 150 000 шт.; двухкорпусных — 50 000 шт.; трехкорпусных — 20 000 шт.; сеялок — 20 000 шт.; сенокосилок—15 000 шт.; лобогреек—40 000 шт.; сноповязалок—10 000 шт.; конных грабель—50 000 шт.; и крестьянских ходов—50 000 шт. Количество рабочих—4 000 человек.

50% полной программы в 1930—1931 году, полное развитие в 1932—1933 году.

Общая стоимость завода по контрольным цифрам текущего года—55 636 000 рублей червонных, составляющихся почти поровну из кредитов на оборудование и на строительство, при чем в последние входят и 14 000 000 на рабочий поселок.

Стоимость продукции при полном развитии 34 775 000 червонных рублей.

В 1925—1926 году по работам израсходовано 750 000 рубл.

В текущем 1926—1927 году по контрольным цифрам ассигновано 6 000 000 рублей и, кроме того, намечается к испрошению

в особом порядке 4 400 000 рублей, из общих по Союзу кредитов на жилищное строительство.

Состав завода определяется следующими входящими в него мастерскими, из которых четыре сборочно-механические в сущности являются, сами по себе, небольшими заводами; инструментальная; литейная серого чугуна; сталелитейная и ковкого чугуна кузница; деревообделочная.

Заводы: уборочных машин, сеялок, крестьянских ходов, плужный.

Склады сырья и готовых изделий.

Силовая станция (с подстанцией от Артемовской центральной электрической станции).

Свердловский завод тяжелого машиностроения.

По первоначальным предположениям сооружение Свердловского завода намечалось исполнить в течение 3-х лет, с затратой в качестве основного капитала не свыше 10 500 000 рублей довоенных и в качестве оборотного 2 500 000 рублей, всего, следовательно, 13 000 000 рублей (довоенных).

Сортамент изделий завода намечался крайне разнообразный, предполагалось выделывать на нем драги, экскаваторы, дробильные и размалывающие машины, части рудопромывательных и обогатительных оборудований; затем прокатные станы, приводные ножницы и пилы для горячего и холодного металла, паровые цилиндры, прямые и коленчатые валы и т. п., далее шли лесопильные рамы, лесотаски, роли и голландеры, торфяные машины.

Всего предполагалось выпускать в год изделий на сумму 8 500 000 рублей.

Свердловск для сооружения был избран потому, что новый завод здесь оказался бы почти в центре расположения Уральских металлургических заводов, что при наличии хорошо развитой железнодорожной сети обеспечивало бы производство сырым материалом, в частности, передельным и литым чугуном, штыковой медью, сортовым железом, сталью и лесными материалами.

Находясь в Свердловске, завод был бы обеспечен и в смысле сбыта своей продукции и в отношении комплектования квалифицированной рабочей силой.

Наконец, как раз в это время были уже начаты работы по сооружению Свердловской электрической станции, мощностью

в 11 000 kW., что, казалось бы, гарантировало снабжение завода сравнительно дешевой электрической энергией.

Между прочим, надлежит указать, что мысль о постройке завода тяжелого машиностроения именно в Свердловске не является новой, ибо еще весной 1917 г. Управлением бывшего Верхне-Исетского Горного Округа были начаты соответствующие подготовительные работы на берегу пруда Верх-Исетского Завода, но уже осенью того же года они были прекращены и не возобновлялись.

Обострившаяся за последние годы потребность в изделиях, намечавшихся уже упомянутым выше сортаментом, вновь выдвинула на очередь вопрос о постройке Свердловского завода.

Под завод и заводский поселок был Уральским Областным Сов. Нар. Хоз. утвержден участок земли общей площадью в 450 десятин на берегу озера Шувакиш, расположенный в 5 km от городской железнодорожной станции и допускающий удобный к нему подход путем сооружения железнодорожной ветки протяжением до 2,5 km.

Номенклатура изделий, намечавшихся к выпуску с завода, а также размер этого выпуска неоднократно рассматривались Уральским Областным С.Н.Х. и, в конце концов, определены в нижеследующих годовых количествах (годовой отчет Уральского Филиала от 15-го Ноября 1926 года).

1. Стальное литье в количестве до 180 000 пудов.
2. Мягкая сталь до 150 000 пудов.
3. Чугунные изделия до 500 000 пудов.
4. Специальная сталь до 200 000 пудов.
5. Изделия из цветных металлов—15 000 пудов, и, наконец,
6. Кованые и клепаные изделия до 600 000 пудов.

При ориентировочной себестоимости за 1 пуд, намеченной в порядке последовательности указанных выше пунктов в 7 рубл. 50 коп.; 10 рубл.; 5 рубл. 50 коп.; 16 рубл.; 28 рубл. и 5 рубл. 50 коп.— производительность завода определяется кругло цифрой в 12 610 000 рублей довоенных, что соответствует, примерно, 18—19 000 000 рублей червонных.

Состав завода определяется следующими мастерскими и цехами:

1. Механический цех с 6-ю отделениями: крупных станков, средних смешанных, мелких и инструментов, ремонтных и сборочных.

2. Модельно-столярная.
3. Чугунно-литейная.
4. Литейная мягкой стали.
5. Литейная специальной стали.
6. Кузница мягкой стали.
7. Кузница специальной стали.
8. Отжигательный цех.
9. Закалочный цех.
10. Цех металлических конструкций.
11. Электро-ремонтная мастерская.
12. Лаборатория.
13. Склады.
14. Подсобные оборудования.

Собственная электрическая и газо-генераторная станция. Параллельная работа с городской электрической станцией.

Общая кубатура заводских зданий около 1 564 000 $м^3$.

Стоимость сооружения и оборудования завода по контрольным цифрам 1926 года (годовой отчет Гипромеза) достигает 39 369 000 червонных рублей, включая в эту последнюю сумму до 7 000 000 рублей на поселковое строительство.

В текущем году на производство дополнительных изысканий, на организацию и начало работ теми-же цифрами намечен отпуск кредитов в размере до 1 200 000 рублей червонных.

## Сталинградский тракторный завод.

По предварительным подсчетам, относящимся к 1925 году Главметаллом потребность в тракторах для сельско-хозяйственных нужд определялась к 1930 году цифрой в 30 000 штук ежегодно.

Так как существующие заводы, работающие в области тракторостроения (Путиловский, Обуховский, Харьковский, Коломенский, Брянский, Укртрестсельмаш, Немкоммуна и др.) к этому-же времени смогут дать не свыше 10 000 штук ежегодно, то решено было построить новый завод в Сталинграде, причем из осторожности и по финансовым соображениям государственного характера производительность его была ограничена 10 000 штук в год. По тем-же соображениям предполагалось для нового завода использовать здания и оборудования существующего в Сталинграде завода «Баррикада».

Основной и оборотный капиталы будущего завода определялись цифрой порядка 23 000 000 рублей довоенных.

Тип трактора тогда не был выявлен, а лишь намечалась необходимость согласования этого вопроса с НКЗ.

В июле месяце 1926 года разработанный к этому времени на местах проектный материал был рассмотрен Гиипромезом, определившим ориентировочно потребные на сооружение завода кредиты суммой в 34 000 000 рублей червонных — в той сумме 16 000 000 рублей на оборудование, 12 000 000 на постройку заводских зданий и 60 00 000 на поселковое строительство.

Типом трактора намечался или трактор «Аванс», или «Интернационал», в зависимости от результатов сравнительных испытаний.

Так как эти последние до сих пор (1926 г. — январь) еще не вполне выявлены, то и разработка проекта и приступ к работам несколько задержались.

Во всяком случае весной 1927 года к предварительным работам приступить предполагается, участок для завода уже условно, отведен общее расположение заводских зданий выявлено.

Контрольными цифрами предусматривается отпуск для этой цели в 1927 году — до 1 000 000 рублей.

Состав завода определяется 15-ю мастерскими, одной лабораторией, тремя складами и тремя магазинами.

Завод предполагается строить заново, не прибегая к использованию устаревших оборудований и построек завода «Баррикада».

Перейдем теперь к общему описанию последнего из упомянутых выше 4-х новых заводов, к Нижне-Тагильскому.

## Нижне-тагильский вагоностроительный завод.

По данным НКПС к 1930 году ежегодная потребность Союза в большегрузных товарных вагонах выражается цифрой порядка 16 000, тогда как максимальная производительность крупнейших наших вагоностроительных заводов (Сормовский, Брянский, Тверской, Николаевский и Днепровский) к тому-же году определяется цифрой отнюдь не большей 11 450 штук.

Эта последняя цифра потребует значительного напряжения со стороны существующих заводов, затраты значительных денежных

средств на переоборудование и переустройство, и, наконец, установления совершенно новых подходов к организации производства.

Как и при определении места для постройки других первоочередных заводов, выбор Нижне-Тагильска объясняется близостью последнего к источникам сырья, т. е. к чугуну, железу, стали и лесному материалу (заводы Ново-Кувшинский, Нижне-Салдинский, будущий Магнитогорский и другие, — сосновый лес лучшего качества с дач бывш. Гороблагодатского Округа) необходимую для работы завода электрическую энергию предполагалось получать с Нижне-Тагильской станции, а затем и с Кушвинской, общую мощность каковых по плану Главэлектро намечается довести в течение ближайшего пятилетия до 12 000 — 20 000 kW.

Далее, в отношении районов, подлежащих обслуживанию новым заводом, т. е. Сибири, Урала и Приуралья — здесь положение, благодаря расположению на Сибирской магистрали, также крайне удобно.

Рабочей силой — и квалифицированной и неквалифицированной, завод будет обеспечен из тех рессурсов, которые представляет собой весь промышленный Урал.

Производительность завода намечалась тогда, как и теперь, в количестве 5 000 штук большегрузных, 50-ти тонных американского типа, на двух тележках, вагонов ежегодно, начиная с 1930 — 1931 года.

Работа в одну смену. Общая стоимость завода ориентировочно определялась в 37 000 000 рублей червонных — из них $^2/_3$ в основном и $^1/_3$ в оборотном капиталах.

По произведенным в 1926 году пересчетам и по проверке соответствующих исходных данных, стоимость работ по сооружению завода контрольными цифрами определена в 42 948 000 рублей червонных, которые разбиваются почти поровну между оборудованием и строительством, включая в последнее и поселковые здания общей стоимостью до 7 000 000 рублей.

Участок для завода выбран и утвержден Гипромезом в конце Декабря 1926 года, утвержден тогда-же и общий план расположения зданий будущего завода.

Топливо местное — с Кизеловских и Егоршинских копей, а в случае недостатка — из Кузнецкого района.

Сырье, необходимое для производства, т. е. балки, средне и мелко-сортное железо, листовое и кровельное — с окружающих заводов, — лесной материал — от Камо-Уральского Бумтреста.

Состав завода определяется следующими мастерскими: колесной, тележной, рамной, кузовной, тормазно-упряжной, кузнечный отдел (с 4-мя мастерскими), лесопилки и лесосушки, деревообделочной, сталелитейной, чугунно-литейной, модельной, ремонтной, испытательной станцией и затем своей силовой станции и обширных складов сырья.

Заканчивая Нижне-Тагильским заводом общий обзор работ, намеченных в области восстановления и расширения металлопромышленности Союза — надлежит упомянуть еще, что в конце 1926 года выявились некоторые предположения и в отношении заводов цветной металлургии.

По имеющимся данным (Гипромез — Подъотдел Цветной Металлургии, январь 1927 г.) ориентировочно предполагается восстановление и создание новых заводов: Атбассарского и Закавказского медеплавильных, затем Алтайского (бывш. Ридера) по разработке свинцово-серебряных месторождений и, наконец, Богомоловского Медеплавильного, причем последний намечается на производительность до 600 000 пудов в год.

---

Раньше, чем перейти к краткому обзору оснований, положенных в разработку проектов электрификации новых металлозаводов следует, хотя-бы в общих чертах указать те меры, которые были приняты ГУМП'ом для упорядочения и централизиции разработки проектов новых заводов, в целях достижения наилучших результатов, как в техническом, так и в экономическом отношениях и во избежание каких-либо ошибок при выполнении таких крупных, оценивающихся свыше миллиарда рублей работ, как восстановление и развитие металлопромышленности Союза.

## Причины, вызвавшие учреждение Государственного Института по Проектированию Новых Металло-Заводов.

### Общий характер и условия работы Инситута.

Как только центральные органы, руководящие индустриализацией -Союза выявили невозможность создания прочной базы для таковой, без создания новых заводов массового производства, Главметалл немедленно приступил к проектировке последних и к составлению и разработке планов финансирования работ.

В 1924—1925 году к этой работе, по исходатайствовании у СТО отпуска соответствующих кредитов, был привлечен ряд крупнейших наших трестов и Сов. Нар. Хоз. тех районов, где по обще-ориентировочным соображениям намечалась постройка новых заводов.

По мере развития работ, в Центр стали поступать на усмотрение, рассмотрение и разрешение целый ряд сложнейших и ответственнейших вопросов, которые для своего решения требовали детального обследования и изучения местных условий и возможностей, а кроме того, и постоянного затем ответственного наблюдения за исполнением преподанных указаний и распоряжений.

Так как при таких условиях руководство всем делом по проектированию ложил сь самым тяжелым бременем на ряд и так уже перегруженных отделов и отдельных ответственных работников ГУМП'а, то, естественно, возникновение мысли о создании специального органа, ведающего всеми вопросами по проектированию новых заводов и вполне компетентного в принятии тех или иных решений по их разработке.

Так как такой орган по характеру и роду своей деятельности не только неизбежно должен быть готовым прийти на помощь организациям, работающим над проектами, но и в любой момент, когда то потребуют обстоятельства, взять на себя полную разработку того или иного проекта и притом в таком виде, который мог-бы считаться во всех отношениях удовлетворительным, то, очевидно, личный состав его должен был иметь соответствующий практический и технический стаж.

Этим последним требованием определенно предуказывалось и местоположение будущего учреждения,—т. е. Москва, Ленинград или Харьков, где являлась-бы возможность подбора нужного состава.

После ряда обсуждений, происходивших в 1925 году, руководящие органы остановились на решении создать такой орган в Ленинграде,—наименовав его Государственным Институтом по Проектированию Новых Металлозаводов, каковой Институт явился-бы подчиненным непосредственно Главному Управлению Металлопромышленности в Москве.

Ко времени организации Института (февраль—1926 г.) крупнейшими из учреждений, созданных специально для проектиро-

вания новых заводов—были Северо-Кавказское Проект-Бюро и Урал-Проект-Бюро, которые затем перешли в Институт в качестве его местных филиалов.

Во главе Института стоит правление в составе председателя и пяти членов, которые в то-же время состоят ответственными заведующими отделов — металлургического, машиностроительного, архитектурно-строительного, энергетического и финансово-экономического.

Имеется, конечно, соответствующий конторский аппарат.

Организационный период существования нового Института закончился 1-го июня 1926 года и с этого времени работа его принимает планомерный характер.

Общий принцип, положенный в распределение работ между Институтом и филиалами заключается—в предоставлении филиалам, по возможности, полной самостоятельности с сохранением за Институтом роли старшего технического руководителя и консультанта, который берется за разработку того или иного проекта из разрабатываемых филиалами только в тех случаях, когда видит, что последние, в силу отсутствия на местах достаточно компетентного и опытного технического состава, не могут справиться с своей работой.

Кроме упомянутых выше двух,—были организованы в 1926 году филиалы: Тельбесский, Сталинградский и Криворожский.

---

### Заключение (по общему обзору).

В заключение настоящей части доклада скажем еще несколько слов об общем характере работ, исполнение которых возложено на Институт.

Масштаб намечаемых новых заводов-гигантов является настолько исключительным по объему необходимых сооружений, построек, оборудований и по количеству выпускаемых изделий, что ни один из крупнейших наших металлургических, ни один из наиболее мощных машиностроительных заводов образцом или примером при разработке соответствующих проектов служить не может.

Достаточно указать, что когда разрабатывались проекты существующих наших заводов, т. е. в 1896—1898 году, то о непрерывности потока изделий еще и не говорили.

Для характеристике-же этой предпосылки в отношении размеров производства и условий его укажем лишь на один пример, взятый из производственного задания по Нижне-Тагильскому Заводу. Согласно этому заданию завод должен выпускать ежедневно 20 большегрузных вагонов и 40 тележками, причем тара вагона составляет 22 t; следовательно, через мастерские завода должно проходить 440 t готовых изделий или в час свыше 3 300 пудов, причем многие изделия должны за то-же время пройти ряд последовательных операций через машины-орудия, выполняющих свою работу в каждом отдельном случае часто всего лишь в течение нескольких минут. При таких условиях случайная более или менее длительная задержка одной мастерской завода может повлечь за собой остановку работ по всей линии или, в лучшем случае, остановку ряда манипуляций, что, конечно, сопряжено с такими расходами, которые могут свести на нет все самые прекрасные идеи и мысли, все самые точнейшие и детально продуманныо расчеты, вложенные в данный проект.

Такой согласованности работ не требовалось вовсе на старых наших заводах, мастерские которых были связаны между собой лишь общей по заводу программой, а отнюдь не с производственным процессом в соседних цехах и отделах, в результате чего и получалась малая производительность, а из нее и малая рентабельность.

В отношении размеров производства проектируемых металлургических заводов, может быть не безынтересно указать, что кроме 20 000 000 пудов чугуна и 14 000 000 пудов проката, Криворожский завод должен дать ежегодно свыше 540 000 верст $5^1/_2$ mm проволоки.

Останавливаться здесь на подсчетах и расчетах количества металла, который должен пройти при этих заданиях через заводские цеха в час, и делать соответствующие выводы не будем.

Прогресс, имеющийся в иностранной практике, настолько велик и таким коренным образом расходится со всем тем, на чем базировалась до сих пор наша промышленность, что примененные и установленные ранее подходы к проектированию совершенно не приемлемы.

Будущая металлопромышленность С.С.С.Р. должна базироваться на ряде крупных заводов со специальным производством

массового характера, с возможно ограниченным сортаментом однотипных изделий, исполняемых по строго определенным стандартным нормам, при том эти заводы должны быть оборудованы не только самыми совершенными станками и приборами, но и самые производственные процессы в них должны быть построены с использованием всех новейших достижений в области массового изготовления продукции.

Каждый инженер, каждый специалист понимает, что как-бы ни был великолепен и совершенен тот или иной завод в Америке или в Западной Европе, но взять его полностью в качестве образца, для пересадки к нам—нельзя, ибо для того, чтобы он и у нас работал с тем-же эффектом, и так же хорошо, как у себя, необходимо-бы было перенести с ним и тот уклад жизни, те местные условия, в которых он создавался, рос и совершенствовался.

Достаточно указать, например, что в Америме нет ни одного крупного завода, который не оброс-бы значительным количеством заводов и мастерских, поставляющих на него полуфабрикаты, специальные механизмы, подъемники, машины-орудия, инструменты и проч. Благодаря этому такие заводы-гиганты обходятся без подсобных мастерских, чего мы пока, в большей по крайней мере части производства, избегнуть не можем.

И приходится потому искать в этом направлении новые пути, изучая достижения иностранных заводов в определенной сфере производства, брать от них все то, что способно к развитию в нашем укладе, и переносить затем на нашу почву, сообразуясь с местными для каждого завода условиями.

Трафарета здесь быть не может и к каждому отдельному заводу приходится подходить совершенно самостоятельно, соблюдая лишь общие принципы строительства.

Чтобы этот подход и дальнейшая разработка проекта были гарантированы от грубых, неисправимых ошибок или упущений—имеется только один путь.

Путь этот: основательное изучение заграничных примеров по имеющимся в технической литературе описаниям, затем, посылка вполне компетентных лиц за границу для ознакомления на месте с предварительно намеченным производством, далее, организация сотрудничества в нашей работе с лучшими и наиболее выдающимися заграничными фирмами и отдельными специалистами.

Все это, конечно, лишь как-бы страховка правильности и безошибочности проекта, который все-же мы должны выполнить сами, своими силами, переработав заново и в корень все, что увидим за границей или получим от нее,—вот в этом-то и заключается вся трудность задачи, возложенной на Институт.

---

## ЧАСТЬ 2-я.

## II. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ НОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ.

### Общие соображения.

Мы выше видели, что намеченные к постройке новые заводы необычайно велики по размерам производительности и требуют для своего осуществления значительных площадей. Так как централизация их силового хозяйства представляется совершенно необходимой, то и вопрос о необходимости электрификации этих заводов, конечно, без всяких доказательств решается в положительном смысле. Разные мнения могут быть только о формах и той или иной полноте этой электрификации. Оставляя пока вопрос о формах электрификации, как вопрос по преимуществу технический, в стороне, коснемся вопроса о полноте электрификации заводов, представляющегося весьма важным.

В настоящее время, когда мы вступили на путь широкой электрификации страны и кое-что успели сделать, вернее начать делать в этом отношении, возможно, для ясности и сокращения говорить о внешней и внутренней электрификации новых предприятий. Условимся говорить, что завод электрифицирован внешне, если он включен в общую государственную систему снабжения электрической энергией. внутренне, если электрическая энергия производится в одном центральном месте, внутри завода.

Еще немного лет тому назад внешняя электрификация считалась, за немногими исключениями, почти необходимой. Но за последнее время, по отношении к ней, возникли некоторые сомнения, не в смысле отрицания ее вообще, а в смысле некоторого ее ограничения.

Успехи силовых установок на паре высоких давлений и перегревов указали нам на такие источники дешевой энергии, о которых мы имели ранее не совсем настоящее представление.

Вопрос об использовании, например, производственного пара для предварительного получения энергии, старый; такие установки существовали и ранее, но вследствие сравнительно невысоких начальных давлений пара, они не давали тех поразительных результатов, кои мы видим в настоящее время. Только сравнительно совсем недавно мы обратили внимание на то, что даже при отсутствии потребности в производственном паре количество последнего только для одного отопления фабрично-заводских зданий в некоторых случаях таково, что может служить источником получения значительного количества более дешевой энергии, чем ее могут дать крупные и технически совершенные конденсационные районные станции.

Это, конечно, не значит, что всю потребную для данного завода энергию всегда можно получить в качестве энергии отборной от отопительного пара и что можно обойтись без тока районных станций, но несомненно, можно думать, что значительную часть этой энергии почти всегда можно получить с заводской теплоэлектрической станции.

Другими словами, в настоящее время, нормальная и наиболее выгодная система снабжения заводов электрической энергией может, во многих случаях, представится в виде системы с м е ш а н н о г о, комбинированного снабжения завода энергией, а именно, частью отборной от пара, необходимого для производственных или отопительных целей, частью же конденсационной от ближайшей районной станции. Конечно, при этом не должно быть препятствий к параллельной работе больших районных станций с заводскими станциями, ибо несомненно только такая работа даст возможность наиболее полно использовать отборную энергию заводского пара, с одной стороны, и создать нормальные условия для распределения энергии на заводе. Возможно, что в первое время районные центральной станции пойдут неохотно на такую параллельную работу, как усложняющую обычный современный эксплоатационный режим крупных станций, но, конечно, такое отношение их к этому вопросу может быть лишь временным. Ведь помимо непосредственного удешевления производства части энергии, работа заводских

станций с районными, как происходящая в наибольшей мере в зимнее время, должна и будет выравнивать кривую производства энергии районных станций, понижая максимум последних, а стало быть, увеличивая рентабельность их.

Все только-что сказанное относится, главным образом, к чисто машиностроительным заводам. На заводах вагонных и сельскохозяйственных машин дешевым источником энергии, кроме того, могут явиться древесные отбросы в виде опилок, стружек и обрезков. Это опять-таки усиливает положение заводских станций по отношению к районным и заставляет думать об ограничении внешней электрификации завода.

Как мы увидим ниже на численных примерах, варианты смешанного снабжения энергией новых металлозаводов, могут оказаться чрезвычайно реальными и выгодными и поэтому должны подлежать тщательному рассмотрению в каждом отдельном случае.

Еще более яркую картину, освещающую положение дела со внешней электрификацией, мы увидим, если перейдем к рассмотрению условий работы металлургических заводов. Там мы встретимся уже не с сравнительно небольшими, частичными источниками дешевой энергии, как на машиностроительных заводах, а с громадным количеством, в буквальном смысле, отбросов производства, могущих полностью или даже с избытком покрыть всю потебность завода в энергии.

Всем ясно, что речь идет о коксовальных и колошниковых газах. Таким образом, по отношению к металлургическим заводам вопрос о внешней электрификации этих заводов стоит уже не в смысле лишь известного ограничения ее, а в смысле почти полного отрицания целесообразности этой электрификации.

Вот как стоит дело в о о б щ е с внешней электрификацией двух групп вновь намеченных ГУМП'ом заводов, при современном положении техники энергетических устройств. Как мы увидим ниже при подробном рассмотрении этих вопросов, приведенные точки зрения в о о б щ е вряд ли могут быть оспариваемы. Лишь одно обстоятельство может поколебать правильность намечающейся постановки вопроса, а именно, соображение о необходимости всячески экономить вкладываемый в промышленность капитал. В самом деле, мы переживаем сейчас очень тяжелое время в смысле

денежных возможностей и, конечно, не можем не принимать во внимание этого момента.

Часть районных станций уже построена, часть намечена и бесповоротно решена. Ясно, что 1 kW постройки или расширения на этих крупных станциях должен, вообще говоря, за немногими исключениями, обойтись дешевле, чем тот же киловатт на почти всегда значительно меньших по мощности заводских станциях, и стало быть обременение государственного фонда промышленности будет не столь значительным при полном присоединении заводов к существующим или твердо намеченным центральным источникам электрической энергии, хотя может быть эта энергия будет и дороже, чем при ином решении вопроса.

Но по отношению к проектированию новых заводов, последняя постановка вопроса значения никакого не имеет. Приведенное соображение о необходимости экономии государственных средств несомненно должно рассматриваться как явление временное, подлежащее устранению в весьма недалеком будущем и во всяком случае значительно ранее срока существования намеченных заводов.

Директива наиболее дешевого производства электрической энергии рано или поздно несомненно возымеет свое действие, и поэтому в проекте должны быть приведены все сооружения для нового дешевого получения электрическоге тока, хотя осуществление этих устройств и может быть отложено на небольшое число лет.

Перейдем теперь к несколько более подробному рассмотрению только-что затронутых вопросов, применительно к обеим группам проектируемых заводов.

## Электрофикация машиностроительных заводов.

### Использование отопительного пара.

К этой группе причислены все неметаллургические заводы, т.-е. заводы вагонные, сельско-хозяйственных машин, общего машиностроения и проч. Некоторые из них имеют древесные отбросы, как источники получения дешевой энергии, некоторые не имеют таких отбросов. Но общим для них признаком является наличие потребности в значительных количествах отопительного пара, каковое обстоятельство и можно использовать для удешевле-

ния электроснабжения заводов. Поэтому и представляется интересным рассмотреть несколько подробнее, в каких примерно цифрах выражается это удешевление при реально существующих соотношениях потребностей в паре и электрической энергии для новых заводов. Не останавливаясь на каком-нибудь отдельном заводе, возьмем близкий к жизни случай этих соотношений, как он вытекает из тех конкретных заданий, над которыми сейчас работает Гипромез. Характерными и близкими к средним заданиям являются следующие:

Мощность, необходимая для всего завода, 7 000 kW при годовой отдаче энергии в 16 000 000 kWh. Средний часовой расход пара для отопления завода около 24 000 kg. при годовом расходе около 43 000 000 kg., что соответствует 200 дням отопительного сезона и примерно 9-часовому отоплению в день. Согласно заданиям ГУМП'а, заводы проектируются на односменную работу; имея в виду неизбежные сверхурочные работы, годовые количества энергии и пара необходимо увеличить, — энергию примерно на 20%, т.-е. до 19 000 000 kWh. и годовое количество пара на 10%, т.-е. до 48 000 000 kg.

Принимая начальное давление пара у турбины в 31 atm abs. при перегреве в 375° и противодавление (для сети отопления завода) в 2,5 atm abs., мы получим, пропуская предварительно отопительный пар через турбину, следующую мощность на генераторе:

$$\frac{24\,000 \times 32 \times 0{,}69}{860} \times 0{,}93 = 2\,400 \text{ kW.}$$

и годовое количество энергии:

$$\frac{2\,400 \times 48\,000\,000}{24\,000} = 48\,00\,000 \text{ kWh.}$$

Таким образом, из всего потребного заводу количества энергии в 19 000 000 kWh. 4 800 000 могут быть взяты от отопительного пара и 14 200 000 kWh. должны быть получены со стороны, например, с ближайшей районной станции. Посмотрим, сколько будет стоить заводу отборная энергия?

Если бы завод брал всю энергию только от районной станции, то ему все равно была бы необходима кочегарка для производства около 30.000 kg. пара в час для отопления завода, но, конечно

с котлами низкого давления. Здание, топочные и тяговые устройства такой кочегарки, очевидно, были бы одни и те же, что и для кочегарки высокого давления, необходимой для получения отборной энергии и лишь оборудование ее котлами, трубопроводами и насосами было бы дешевле, примерно, на 35% кочегарки высокого давления.

Равным образом, при получении всего тока от районной станции, на заводе должна была бы быть устроена подстанция для приема линий электропередачи с районной станции и для распределения энергии по заводским фидерам. Если бы завод пожелал воспользоваться отборной энергией от отопительного пара, то эту подстанцию необходимо было бы несколько дополнить для присоединения турбогенератора, что удорожило бы ее не более, как на 10%.

Итак, для возможности использовать отборную энергию отопительного пара, необходимо принять в расчет лишь 35% стоимости котельного оборудования нормальной кочегарки высокого давления, 10% стоимости распределительной подстанции и лишь турбогенератор с соответственным помещением учесть во всех 100%.

Стоимость необходимых сооружений, на основании вышеизложенных замечаний, будет следующая:

1. Кочегарка.

| | | |
|---|---|---|
| 35% от стоимости котельного оборудования высокого давления, а именно 4 котла по 300 m² по 250 р. за m² (считая с турбопроводами и насосами) 0,35×300 000 . . . . . | | 105 000 рубл. |

2. Распределительное устройство.

| | | |
|---|---|---|
| 10% от стоимости подстанции на 7 000 kW. по 30 р. за kW. 0,10×30×7.000 . . . . . | | 21 000 „ |

3. Турбогенератор.

| | | |
|---|---|---|
| Пристройка для генератора 1.000 kW. по 15 рублей . . . . . | 15 000 р. | |
| Турбогенератор на противодавление 3 000 кв., включая монтаж и кран по 60 р. за 1 . . . . . | 180 000 „ | 195 000 „ |
| Всего . . . . . | | 321 000 рубл. |

Годовые расходы будут:

| | |
|---|---|
| 1. %% и амортизация 6 + 4 = 10 с суммы 321 000 0,1 × 32 000 р. . . . . | 32 100 рубл. |
| 2. Ремонт 1% . . . . . | 3 210 „ |
| 3. Топливо (штыб) по 6 рублей тонна: $\frac{48\,000 \times 132 \times 0{,}69}{5\,600 \times 0{,}75} \times 6 =$ . . . . . | 6 300 „ |
| 4. Персонал 2 чел. по 150 р.—7 месяцев . . . . . | 2 100 „ |
| 5. Смазка и мелкие расходы . . . . . | 1 290 „ |
| Всего . . . . . | 45 000 рубл. |

и стоимость 1 kW отборной энергии будет:

$$\frac{450\,00 \times 100}{4\,800\,000} = 0{,}94 \text{ коп.}$$

с округлением 1 коп.

Стоимость тока районных станций, несмотря на громадные успехи паровой техники за последнее время, будет относительно дорога по двум хорошо всем известным причинам, а именно, главным образом, по причине длинных и дорогих линий передач и связанных с ними потерь и, в меньшей мере, по причине значительных по размерам поселков для обслуживающего персонала, заметно все же влияющих на общую стоимость станции. Последнее обстоятельство связано с вопросом о значительном персонале, требующемся в наших условиях для обслуживания самой станции, линии, поселка и проч. Конечно, со временем, это количество персонала, вероятно, будет сокращено, но пока мы должны считаться с этим повышенным количеством персонала и строить в соответствии с ним станционные поселки.

За последнее время есть стремление сделать поселки самоокупающимися. Можно сильно сомневаться в успехах этих стремлений. Существующие нормы для поселков так значительны, что во всяком случае о полной самоокупаемости поселков говорить нельзя.

Кроме того, хорошие квалифицированные рабочие, какие именно и нужны для таких ответственных сооружений, как центральные электрические станции, не охотно поедут работать в глушь где, как общее правило, будут строиться районные центральные станции. Городские условия жизни всегда будут соблазнительнее для рабочего и только некоторым повышением вознаграждения

или предоставлением других льгот можно будет заставить его с охотой согласиться на службу вдали от города. Одной из таких льгот и будет служить удобная, здоровая и при этом даровая квартира при станции.

На этом основании при определении себестоимости электрической энергии с районных станций, следует принимать в расчет полностью все расходы, связанные с устройством поселка при станции, за исключением разве только отопления и освещения.

Наши провинциальные районные станции, по всей вероятности, на ближайшие 5—10 лет, будут по мощности порядка 40—60 тысяч установленных киловатт, в том числе резерв в мощности около 20% (общий для нескольких станций или индивидуальный). Если принять строительную стоимость 1 kW. такой станции в 250 рубл., потери на станции в 5%, в линии и трансформаторах 15%, учесть стоимость последних сооружений (длина передачи 100 km., напряжение 100 кв.) и поселка, то даже при дешевом топливе, каким является, например, штыб (ценою 3 рубля тонна франко-бункер районная станция), и при расходе тепла на 1 kWh (не парадном, а годовом, среднее) в 4 600 Cal., себестоимость энергии будет на ближайшие 5—10 лет, примерно, при 3.000 часах годовой работы максимума станции между 2,5—3 коп., в среднем 2,75. Может быть при совершенно новых станциях эту цифру удастся немного понизить, но на наших существующих или даже начатых постройкой тепловых станциях—нет оснований считать ее ниже.

В означенную стоимость энергии слагающая из капитальных отчислений входит в размере около 1,8 копейки при 3 000 часах работы в год. При 2 750 часах—(считая около 20% сверхурочных работ), которые будут фактически иметь место на заводах, работающих в одну смену, эта слагающая увеличится почти до 2-х коп., другими словами, себестоимость энергии, работой станции достигнет порядка 3 коп., т.-е. на 2 коп. выше чем собственная заводская энергия на отборном паре.

Выше было уже отмечено, что при условии использования отборного пара, 4 800 000 kWh. будет произведено заводом и 14 200 000 kWh. будет получено с районной станции. При этих условиях комбинированная энергия будет стоить около 2,45 коп., т.-е. на 18% дешевле, чем в случае получения всей энергии от районной станции.

Могут возразить, что при таком смешанном способе снабжения завода, Районная Станция не согласится отпускать энергию по той-же цене, как и при условии получения от нее всей заводской энергии. Это возражение не должно иметь места, ибо для районной станции определяющим моментом для назначения тарифа является зимний максимум у потребителя. Этот максимум по отношению к районной станции будет зимой, при работе заводской турбины, 7 000—3 000=4000 kW., что при 14 200 000 годового отпуска даст даже большее число использования каждого киловатта, чем в случае отпуска всей энергии заводу. Стало-быть не только нет основания говорить про повышение районной станцией тарифа, а наоборот, можно ожидать понижения его, и, следовательно, дальнейшего уменьшения средней стоимости энергии на заводе.

Можно еще в этой схеме указать на то обстоятельство, что заводская турбина не имеет резерва, и что в случае повреждения ее, районная станция должна будет давать и зимой полную мощность в 7 000 kW., что у нее, конечно, изменит условия отпуска энергии и повысит цену киловаттчаса с районной станции. Конечно, повреждения турбины, вообще могут быть, но имея в виду, что турбина работает лишь 8—10 часов в сутки и только в течение 200 дней в году, есть полное основание думать, что при правильном надзоре и уходе она должна работать без перебоя.

Времени достаточно и для производства капитального ремонта раз в год и для всякого рода текущих ремонтов, хоть каждые сутки. Конечно, могут быть катастрофы, но от катастроф вообще спасает только, так называемое, счастье. Впрочем к этому вопросу о резерве, имеющем вообще чрезвычайную важность, мы вернемся несколько ниже.

Итак, смешанная система снабжения завода энергией непосредственно выгодна самому заводу, так как понижает среднюю стоимость энергии. Эта система выгодна и районной станции, участвующей в снабжении завода, ибо понижает ее зимний максимум без понижения годового числа часов отпуска заводу энергии, т.-е. выравнивает кривую нагрузки районной станции. Помимо этого, заводский генератор может и должен быть использован для компенсации сдвига фаз тока и напряжения в сети районной станции, что опять весьма важно для последней.

Наконец, указанная смешанная система снабжения завода, пользуясь даже только одним отопительным паром,

важна и выгодна для государства, ибо отборная заводская энергия производится значительно более экономно в смысле затраты топлива, чем самая совершенная кондесационная станция. В самом деле, мы видели, что каждые 10 kg. пара дают нам I kWh энергии, т.-е. мы затрачиваем на него лишь немногим более 12 000 Cal., что почти в три раза ниже расхода калорий на kWh на лучших конденсационных станциях и почти в четыре раза ниже того, что мы в лучшем случае, можем ожидать от наших районных станций в ближайшие 5 — 10 лет.

### Использование производственного пара.

Наличие потребности в отопительном паре является естественно общим для всех машиностроительных заводов, проектируемых Гипромезом, а стало быть вышеуказанный принцип снабжения их энергией может быть применен ко всем им. Но некоторые из них, как например, Ростовский завод сельско - хозяйственных машин и Нижне - тагильский вагоностроительный завод нуждаются, как было уже отмечено, еще и в производственном паре, а именно для сушки леса, одновременно выделяя из производства и некоторое количество древесных отбросов.

Оставляя последнее пока в стороне, рассмотрим в какой мере может влиять на снабжение энергией производственный пар? Количество (часовое) этого пара значительно меньше отопительного и составляет примерно лишь около 20% последнего, но зато потребление его идет круглые сутки и целый год. Таким образом, в дополнение к ранее указанной сезонной отборной энергии завод может еще получить и постоянную в течение всего года, используя около 5 000 kg. пара в час.

Можно, вообще говоря, двояким образом использовать этот пар: или соответственно увеличить мощность основной турбины и пропускать весь пар, и отопительный, и производственный, через нее, или поставить небольшую добавочную турбину специально для производственного пара.

В первом случае, заводу придется гонять 5 месяцов в году сравнительно большую турбину с 15% нагрузки, во втором случае придется затратить больше на приобретение малой турбины, да к тому-же имеющей пониженный, против большой турбины, коэффицент полезного действия.

Для вышеуказанного соотношения количеств отопительного и производственного пара, повидимому, рациональнее поставить дополнительную малую турбину специально для использования производственного пара. Посчитаем, во что обойдется эта дополнительная энергия.

Принимая несколько пониженные коэффициенты полезного действия, но те-же давления пара, мощность у генератора при 5 000 kg пара в час будет:

$$\frac{5\,000 \times 132 \times 0{,}59}{860} \times 0{,}89 = 400 \text{ kW}.$$

Кочегарка никаких изменений не требует, распределительное устройство несколько дополняется и ставится новая турбина в 400 kW (строго говоря, выгоднее было-бы при такой мощности поставить паровую (поршневую) машину, но это усложнило-бы устройство).

Первоначальные расходы:

| | |
|---|---|
| 1. Дополнительное распределительное устройство. . . . . | 15 000 рубл. |
| 2. Турбогенератор в 400 kW. по 130 р. за kW. . . . | 52 000 рубл. |
| Помещение для него . . . . . | 10 000 „ |
| | 62 000 „ |
| Всего . . . . . | 77 000 рубл. |

При исчислении годовых расходов не надо забывать, что увеличение стоимости кочегарки уже покрыто работой большой турбины. Следует только на малую турбину принять часть ремонта одного котла, а равно учесть дополнительную работу персонала у котлов.

Годовые расходы будут следующие:

| | |
|---|---|
| 1. % и амортизация: 0,1 × 77.000 . . . . . | 7 700 рубл. |
| 2. Ремонт . . . . . | 2 000 „ |
| 3. Топливо: $\frac{40\,000 \times 132 \times 0{,}59}{5\,600 \times 0{,}70} \times 6$ . . . . . | 4 800 „ |
| 4. Персонал . . . . . | 9 000 „ |
| 5. Смазка и мелкие расходы . . . . . | 1 500 „ |
| Всего . . . . . | 25 000 рубл. |

Предполагая работу турбины 8000 часов, она выработает 3 200 000 kWh и стоимость 1 kWh будет:

$$\frac{25\,000 \times 100}{3\,200\,000} = 0{,}78 \text{ коп. с округлением } 0{,}8 \text{ коп.}$$

Из этих 3 200 000 kWh, примерно, около 80% могли-бы быть использованы заводом, большею частью непосредственно на производство, отчасти-же на освещение поселка, уличное и дежурное освещение и проч. Другая-же часть, около 20% хотя-бы по себестоимости могла быть обратно отдана в сеть районной станции. При этом условии завод достиг-бы дальнейшего удешевления энергии до 2,20 коп. или около 27%.

Таким образом, наличность производственного пара еще более удешевляет энергию при комбинированном способе снабжения завода.

## Использование отбросов.

Мы выше видели, что некоторые машиностроительные заводы имеют еще и древесные отбросы. Об использовании их нет необходимости подробно говорить, вопрос этот ясен сам по себее. В частности, по отношению к рассматриваемому нами случаю снабжения и завода и районной станции дешевым топливом — штыбом, выгода от использования отбросов не может быть значительна. Но так как иначе их реализовать невозможно (а не реализовать их нельзя, ибо они потребуют расходов на уборку и вывозку), то, конечно, их надо тем или иным способом использовать для получения энергии, т. е сжечь под котлами. При дорогом топливе, разумеется, утилизация их даст более заметные результаты, что, может быть, будет иметь место на Нижне-Тагильском Вагонном заводе, если вопрос там в топливном отношении будет решен во пользу Егоршинского антрацита, близкого по ценам к Донецкому штыбу.

Может быть будет непонятно, почему вышеприведенные подсчеты были сделаны, принимая во внимание в качестве топлива — штыб. Это, во-первых, потому, что наиболее подвинувшаяся работа Гипромез'а, а именно проект Ростовского завода сельско-хозяйственных машин связана с использованием этого топлива; вторая очередная работа, Нижне-Тагильский вагоностроительный завод, равным образом, должен будет содержать вариант использования, как уже отмечено, Егоршинского штыба. Во-вторых, совершенно ясно, что при дорогом топливе цифры, приведенные в подсчетах, разнились-бы больше по абсолютной величине друг от друга и, следовательно, дали-бы еще более доводов в пользу использования отъемного пара. Важно убедиться, что и в тех случаях,

когда стоимость топлива не велика, использования отъемного пара все-же дают значительные результаты.

## Вопрос о резерве заводских станций.

Вернемся теперь к вопросу о резерве для заводских станций. Намечая выше оборудование последних, мы сознательно не включали запасных аггрегатов по той причине, что большая турбина работает с частыми регулярными перерывами и не цельный год, стало быть может содержаться в хорошем виде и не вызывать перебоев в отдаче энергии. Малая турбина, правда, работает почти без перерыа, но все-же имеет месяц в году для ремонта, например, в летнее время, когда она может быть заменена временно большей турбиной. Таким образом, при нормальных обстоятельствах, вероятность использования резервных аггрегатов на заводских станциях при намеченных условиях чрезвычайно незначительна и ограничивается только несчастными случаями, грубыми ошибками обслуживающего персонала и проч. Стало быть, как будто, и ставить резервные аггрегаты было-бы не рационально. Но несчастные случаи все-таки мыслимы, хотя-бы вероятность их не была-бы больше вероятности, например, пожара. Против пожара мы обычно страхуемся. Нельзя-ли поставить вопрос о страховании и против случайного перерыва тока по причине выхода из строя турбогенератора?

Как будто для этого имеются на-лицо все необходимые обстоятельства. В самом деле, данный район обслуживается относительно крупной районной станцией, с которой параллельно работают, частью постоянно, частью временно мелкие теплоэлектрические станции, незначительных, вообще говоря, по сравнению с районной станцией, мощностей (на крупных теплоэлектрических станциях, состоящих из нескольких аггрегатов, резерв легко выносим, ибо он там по мощности может быть равен 30—50% всей установки; на малых-же Станциях — он 100%). Выпадение какого-нибудь одного турбогенератора из строя на заводской станции, почти не отразится на нагрузке районной станции, ибо это ведь вызовет на ней практически ничтожное возрастание нагрузки, примерно, на 3—5%, в худшем случае на 10%, что легко может быть урегулировано даже только догрузкой или легкой перегрузкой работающих турбогенераторов или, в крайнем случае, пуском запасных аггрегатов. Вероятность одновременного выпадения из строя многих

мелких аггрегатов, могущих в сумме потребовать от районной станции резервную мощность настолько большую, что она была-бы обременительна для районной станции, конечно, почти равна нулю и не должна приниматься во внимание.

Районные станции почти всегда будут являться значительно более крупными резервуарами энергии по сравнению с заводскими станциями и легко могут сыграть по отношению к последним роль страхового учреждения, банка и т. п. При частных, не государственных районных станциях предлагаемая постановка вопроса об обеспечении резервом мелких станций, вероятно, вызвала-бы много возражений и может быть была-бы вообще немыслима. Владельцы частных районных станций не были заинтересованы в государственной экономии топлива и, конечно, вряд-ли пожелали-бы усложнять свою работу введением в нее новых, не обещающих больших выгод условий. Но принадлежность районных станций Государству делает поставленную выше задачу вполне реальной, ибо в разрешении ее государство должно быть весьма заинтересовано.

Допуском параллельной работы мелких заводских теплоэлектрических станций, государство экономит свои топливные рессурсы, а созданием центрального резерва доводит до минимума капиталы, вкладываемые в энергетическое оборудование страны.

В настоящем докладе не предполагается давать проект организации этого центрального районного энергетического резерва. Этот вопрос, конечно, должен быть хорошо проработан соответствующим учреждением, например, ЦЭС'ом при участии руководителей районных станций и заинтересованных в этом деле заводов. Но наперед можно сказать, что особых трудностей в практической постановке этого дела встретиться не должно. Строго говоря, может быть это будет какая-то единовременная плата за каждый случай пользования резервом, стоящая в зависимости от величины затребованного резерва; может быть это будет усиленный тариф за отпускаемые киловатт-часы во время использования резерва, может быть то и другое вместе. Но какую-бы форму эти уплаты ни приняли, они не должны быть тяжелы, ибо для районной станции, строго говоря, не возникает больших расходов для отпуска новой резервной энергии.

Мощность резерва, как мы уже говорили, не может быть сколько-нибудь велика по сравнению с мощностью самой районной стан-

ции, ибо, как мы уже говорили, нельзя ожидать, что сразу несколько заводских станций потребуют отпуска резервных киловатт. В одном случае требование отпуска резерва только полнее нагрузит генераторы районной станции, что будет для нее выгодно, в другом случае повлечет пуск лишнего генератора, что невыгодно. В общем-же расходы районной станции по этому делу будут невелики и между тем результаты такого решения вопроса о резерве для заводских станций будут немаловажны.

## Установка турбин с конденсацией и отбором пара.

Говоря о резервах, обеспечивающих непрерывность доставки энергии для заводов, нельзя не коснуться больного места районных станций, а именно возможных случаев прекращения отпуска ими тока, вследствие повреждения линий передач. Конечно, устройством резервных линий эта опасность частью устраняется или ослабляется, но с повреждением длинных электро-передач, конечно, считаться приходится.

Поскольку происходящие от этого рода перерывы могут быть терпимы для некоторых цехов завода, постольку с ними нельзя мириться по отношению к другим потребностям завода, например, по отношению к электроплавильным печам. В виду этого, в проектах Гипромеза предвидется, в качестве вариантов, установка не турбин для противодавления, а турбин с отбором пара и конденсацией, при помощи чего завод хоть частью, в 40—50%, мог-бы получить энергию для наиболее настоятельных своих надобностей. Это изменение проекта удорожает станционное оборудование и повышает цену отборной энергии, примерно, на 20—25%, но за то полнее обеспечивает завод энергией.

## Выводы.

Резюмируя все сказанное по отношению к вопросу о внешней электрификации группы машиностроительных заводов, как этот вопрос понимается энергетическим отделом Гипромеза, мы должны сделать следующие выводы:

1. Потребность в отопительном паре на крупных машиностроительных заводах в наших условиях настолько велика, что предварительное использование пара для получения механической силы позволит дать заводу значительное количество дешевой энергии.

2. На этом основании, наиболее рациональной системой снабжения заводов энергией является система смешанная, при чем часть энергии получается от заводской теплоэлектрической станции, другая-же часть—от ближайшей районной станции, при параллельной работе обеих станций.

3. Так как получение энергии из отопительного пара может иметь место лишь в течение отопительного сезона, т.-е. в период максимальных нагрузок Районной Станции, от которой завод будет пользоваться энергией, то параллельная работа с заводской станцией выгодна для Районной Станции, ибо заводская станция понижает максимум Районной и тем увеличивает ее коэффициент загрузки. Помимо того, генератор заводской станции может и должен быть использован для исправления коэффициента мощности (Cos $\varphi$ ) в сети районной станции.

4. В виду того, что заводская станция, работающая на противодавлении или отборе пара, использует топливо значительно полнее, чем наиболее совершенная конденсационная станция, смешанный или комбинированный способ снабжения энергией завода выгоден и с вообще государственной точки зрения, экономя топливные рессурсы страны.

5. Производственный пар, если таковой требуется заводом, должен быть также использован для получения энергии, что даст дополнительное понижение средней стоимости энергии для завода и экономию в расходовании топлива в стране.

При использовании производственного пара часть вырабатываемой на нем энергии иногда придется отдавать районной станции по своей цене.

6. Во избежание непроизводительной затраты государственных средств на энергетическое оборудование страны, необходимо поставить вопрос об организации центрального районного резерва для оборудования заводских электрических станций, используя для этого резервы районных станций и предотвращая этим дублирование мелких турбоаггрегатов на заводских станциях.

## Намеченные схемы для электрификации заводов по конкретным заданиям ГУМП'а.

Согласно вышеизложенным общим выводам, легшим в основу проектирования, для конкретных заданий ГУМП'а предположены следующие схемы электроснабжения заводов энергией.

Для Ростовского завода сельско-хозяйственных машин с потребностью в энергии около 7 500 kW. в общем намечена комбинированная система снабжения от районной станции «АРТЕМ», находящейся в 70 km. от Ростова н/Дону и оборудуемой пока до мощности 20 000 kW. и собственной заводской станции для использования отопительного и производственного (для сушки леса) пара и древесных отбросов. Мощность заводской станции 3 000 kw. Разрабатываются варианты как с резервными аггрегатами, так и без них, при чем турбины намечаются и с конденсаторами и отбором пара, и на чистое противодавление. Топливо—донецкий штыб.

Для Нижне-Тагильского вагоностроительного завода намечена подобная-же схема с участием в электроснабжении завода Кушвинской этанции и станции Нижне-Тагильского металлургического Завода и также собственной заводской станции для использования отопительного и производственного пара и древесных отбросов. В виду незначительной свободной мощности вышеуказанных станций есть основание думать, что будет иметь реальное значение вариант заводской станции на полную мощность порядка 9—10 000 kW., с турбинами для отбора пара и конденсации.

Сталинградский тракторный завод предположено питать током от куста местных заводских станций (заводы: «Баррикада», «Красный Октябрь», лесопильный завод), подлежащих объединению и расширению, и от собственной станции тракторного завода на отопительном паре (производственного пара и отбросов нет). Местные Станции заявили пока такую высокую цену на энергию— 6 — 7 коп. за 1 kWh., что и здесь может быть придется остановиться на усилении собственной станции до полной мощности, необходимой заводу. Вопрос этот еще не вполне выяснен.

Свердловский машиностроительный завод будет по проекту иметь собственную заводскую станцию на отопительном паре (других источников нет), с конденсацией и отбором или с чистым противодавлением. Общая потребная мощность для завода около 4 000 kW.

Предполагается параллельная работа с Свердловской районной станцией, мощностью 11 000 kW.

Вариант такой собственной станции — также разрабатывается.

Как общее правило для всех заводов, разрабатывается всегда вариант станции на полную заводскую мощность на тот случай, если-бы районная станция оказалась-бы не в состоянии дать приемлемые для завода условия на отпуск энергии.

В случае централизации компрессорных устройств (для пневматического оборудования завода) на электрической станции завода устанавливаются в общем вместе с турбогенераторами в машинном зале и турбокомпрессоры. Так это проектируется, например, для Нижне-Тагильского и Свердловского заводов.

Остальные намеченные ГУМП'ом машиностроительные заводы еще проектной разработке в энеритческом отделе не подвергались.

Заканчивая на этом рассмотрение вопросов, связанных с внешней электрификацией машиностроительных заводов, отметим, что вопрос этот в том-же направлении решается и за границей. Между прочим, щекотливый вопрос о параллельной работе мелких заводских электрических станций, насколько можно судить по недавним журналам, как-будто там уже близок к положительному решению.

### Электрификация мастерских машиностроительных Заводов.

Электрификация мастерских машиностроительных заводов проводится Гипромезом в возможно полной мере.

Электрифицируется, разумеется, все оборудование—станки, подъемные и транспортные устройства и проч. Трансмиссии механические допускаются в сравнительно небольших размерах для однородных станков (групповой привод). В последнее время в иностранной литературе есть намеки на, так сказать, высшую форму электрификации заводов, касающуюся приемников энергии и заключающуюся в подборе к станкам специальных, соответствующих индивидуальным свойствам данного станка, электродвигателей. Этим вопросом энергетический отдел Гипромеза пока не занимался, как по недостатку материала, так отчасти и вследствие характера настоящей стадии проектирования, имеющей по преимуществу характер предварительный, основной.

Равным образом, пока не затрагивался в работах Института вопрос получения энергии от отбросного тепла нагревательных печей. Положительное разрешение этого вопроса поведет к извест-

ной децентрализации производства энергии, почему он и связан с общей постановкой дела электрификации завода. Вопрос интересный, но требующий тщательного изучения и при вышеуказанной предварительности нынешней стадии проектирования, являющийся пока преждевременным.

## Группа металлургических заводов.

### Газовые балансы металлургических заводов с производительностью до 40 000 000 пуд чугуна в год.

Как было выше отмечено по отношению к металлургическим Заводам, вопрос о внешней электрификации их является значительно более острым, чем тот-же вопрос в отношении машиностроительных заводов. энергетическим и металлургическим отделами Гипромеза совместно разработаны газовые балансы для двух главных металлургических процессов, могущих быть положенными в основание заводского производства, а именно для случая бессемеровского и случая комбинированого бессемеровского и мартеновского процесса производства металла. И тот, и другой баланс дают полную уверенность, что при том соотношении производительности доменных, сталелитейных и прокатных цехов, отбросных коксовальных и доменных газов, даже считая выход их весьма осторожно, вполне хватает для обеспечения энергией самого завода.

В самом деле, в основу построения балансов положены следующие цифры:

Расход кокса принят в 0,9 t. на 1 t чугуна. Это расход небольшой и принят таковым исключительно только из осторожности. Выход колошникового (доменного) газа принят 3 600 $m^3$. на 1 t чугуна, калорийность его взята в 900 Cal./$m^3$.

Выход коксовального газа взят в 280 $m^3$. на t чугуна, что является нормальным для углей Донецкого бассейна и преуменьшенным для Кузнецких углей. Калорийность этого газа считается 4 000 Cal/$m^3$.

Потери для доменного газа приняты в 10%, а для коксовального в 5%, опять-таки эти цифры достаточно осторожны, ибо при хорошем газовом хозяйстве они должны быть меньше.

## Балансы газа.

(Производительность завода 40 000 000 пуд. чугуна в год).

### I-й вариант завода.

| Мартеновский передел. | | Бессемеровский и Мартен. передел. | |
|---|---|---|---|
| Колошниковый газ. | Коксовальный газ. | Колошниковый газ. | Коксовальный газ. |
| Приход: 236 065 6800 m³ | Приход: 248 600 000 m³ | Приход: 2 360 656 800 m³. | Приход: 248 600 000 m³. |
| Расход: | Расход: | Расход: | Расход: |
| Каупера 613 770 800 m³. | Мартен. . 176 827 400 m³. | Каупера. 613 770 800 m³ | Мартен . 87 299 300 m³ |
| Кокс. печ. 592 000 000 „ | Нагр. п. . 23 244 500 „ | Кокс. п. 449 430 200 „ | Химзав. . 23 062 000 „ |
| Лит. цех. 1 882 700 „ | Миксер . 35 337 600 „ | Лит. цех. 1 882 700 „ | Нагр. п. . 55 515 000 „ |
| Нагр. печ. 143 424 400 „ | Лит. цех . 760 500 „ | | Миксеры . 37 455 000 „ |
| Потери: | Потери: | Потери: | Лит. цех . 760 000 „ |
| 10% . . 236 065 700 „ | 5% . . 12 430 000 „ | 10% . . 36 065 700 „ | Кокс. п. . 32 078 200 „ |
| | | | Потери: |
| | | | 5% . 12 430 000 „ „ |
| Всего . 1587 143 600 m³. | Всего . . 248 600 000 m³. | Всего . 1 301 149 400 m³. | Всего . . 248 600 000 m³. |
| Остат. = 773 513 200 „ | Остат. = 0 „ | Остат. = 1 059 507 400 „ | Остат. = 0 „ |

Из вышеприведенных балансов усматривается, что при мартеновском переделе остается доменного газа на покрытие потребности в энергии завода свыше 700 000 000 m³., а при комбинированном — свыше миллиарда. При чисто бессемеровском варианте эти количества газа еще более увеличились-бы, но этого варианта Гипромез пока не намечал ни для одного завода. Коксовальный газ весь расходуется на чисто металлургические процессы.

Остающийся доменный газ должен покрыть в первую очередь потребность завода в энергии для воздуходувок.

При заданной производительности завода расход этот составляет около 9 000 kW. при газовых воздуходувках и около 10.000 kW. при паровых турбовоздуходувках (разница объясняется различными коэффициентами полезного действия тех и других машин).

Полагая средний расход калорий на 1 kwh при газовых двигателях в 3 600 и при паровых в 4 600 (последнее число может быть несколько преувеличено для осторожности), получим соответственно годовые расходы доменного газа: в случае газового энергетического хозяйства в 315 360 000 m³. и, в случае парового хозяйства, — 447 733 300 m³., за вычетом этих количеств из газовых остатков, указанных в балансах, мы окончательно получим для чисто энергетических (кроме воздуходувок) потребностей завода,—следующее количество газа.

| I-й вариант завода (мартеновск. передел). | |
|---|---|
| Газовая станция. | Паровая станция. |
| Остаток газа для выраб. электрич. энергии. | |
| 458 153 200 m³ год. | 325 779 900 m³год. |
| II-й вариант (бессем. и март. передел). | |
| Газовая станция. | Паровая станция. |
| Остаток газа для выраб. электрич. энергии. | |
| 744 147 400 m³год. | 611 774 100 m³год. |

Современные газовые двигатели всегда ставятся с паровыми котлами, использующими теплоту отходящих газов двигателя (так наз. Abhitzekessel), и питающих паровые турбины. Эти котлы дают на каждую эфф. лош. силу двигателя около 0,9 kg. пара давлением в 16 atm. с перегревом до 350° C., что равносильно увеличению мощности двигателя, примерно, на 20%. Стало быть и газовые воздуходувки, о которых мы только что упоминали, дают добавочно:

$$0{,}2 \times 900 \times 8\,760 = 15\,768\,000 \text{ kWh. в год,}$$

которые могут быть использованы для других энергетических потребностей завода. Принимая это во внимание, мы получим следующую таблицу, указывающую на то количество энергии, которое может быть получено на заводе от свободного доменного газа.

I-й вариант завода:

Мартеновский передел.

| Газовая станция. | Паровая станция. |
|---|---|
| $1{,}2 \times \frac{458\,153\,200 \times 900}{3.600} + 15\,768\,000 =$ $= 153\,214\,000$ kWh. | $\frac{325\,779\,900 \times 900}{4.600} =$ $= 63\,740\,000$ kWh. |

II-й вариант завода:

Бессемеровский и мартеновский передел.

| Газовая станция. | Паровая станция. |
|---|---|
| $1{,}2 \times \frac{744\,147\,400 \times 900}{3.600} + 15\,768\,000 =$ $= 239\,012\,000$ kWh. | $\frac{611\,774\,100 \times 900}{4.600} =$ $= 119\,695\,000$ kWh. |

Вся потребность в энергии металлургического завода того масштаба, о котором идет сейчас речь и который является харак-

терным для заданий Главметалла (такими заводами являются почти все намеченные заводы, Магнитогорский, Криворожский, впоследствии и Тельбесский) определяются в 112 000 000 kWh. в год (кроме воздуходувок). Вычитая эту цифру из данных предшествующей таблицы, мы окончательно получаем следующую таблицу остатков энергии (положительных или отрицательных).

| I-й вариант завода: Мартеновский передел. | | II-й вариант завода: Бессемеровск. и мартеновск. передел. | |
|---|---|---|---|
| Газовая станция. | Паровая станция. | Газовая станция. | Паровая станция. |
| Можно отпустить на сторону: 41 214 000 kWh. | Необходимо получить со стороны: 48 260 000 kWh. | Можно отпустить на сторону: 127 012 000 kWh. | Можно отпустить на сторону: 7 695 000 kWh. |

Итак мы видим, что только в одном случае, а именно при Мартеновском переделе и чисто паровом энергетическом хозяйстве, отбросного газа не вполне хватает для нужд самого завода; во всех же остальных случаях, газа хватает с избытком. Разумеется, этот избыток может выражаться или в калориях, или в киловатт-часах.

Но кроме прямых, так сказать, потребностей в тепле и энергии самого завода, у последнего могут быть побочные нужды в этом отношении, из коих следует упомянуть:

1. Производство красного кирпича.
2. » динаса.
3. » шамота.
4. » цемента.

В случае наличия вблизи завода соответственного сырья, эти производства могут быть с выгодой при заводе организованы, где, таким образом, и будут использованы все избытки в газе в той или иной форме.

Стало быть мы можем говорить, что металлургический завод с производством 40 000 000 пудов чугуна в год не только может удовлетворить отбросной энергией свои прямые потребности, но, полностью или во всяком случае, частью, может дать энергию и для

побочных связанных с ним производств. Если же таковых почему-либо организовано быть не может, то возможно и следует говорить об отпуске энергии в полном смысле слова на сторону, понимая под этим производства, не связанные с металлургическим заводом.

Ввиду, того, что мы не имели возможности сколько-нибудь заметно аккумулировать газ и регулировать его отпуск, характер работы этих добавочных производств должен быть, по возможности, непрерывный, т.-е. полные сутки и круглый год. Только при этих условиях остатки энергии будут использованы полностью.

## Коксование угля.

Однако, такое полное самообслуживание энергией возможно только в том случае, если коксование угля будет производиться на самом заводе, ибо только при этих условиях коксовальный газ останется в распоряжении завода, как побочный и отбросный продукт.

Посмотрим, рационально ли производить коксование угля на заводе или может быть правильнее делать это на самих копях.

В случае местонахождения завода вблизи угольных копей, коксование угля, конечно, должно производиться на заводе, и никакого вопроса в этом отношении возникнуть не может. Но если уголь приходится возить издалека, то возникает сомнение, не дешевле ли возить более легкий кокс, чем более тяжелый уголь.

Как будто, это сомнение не имеет под собою прочных оснований и вот по каким соображениям.

Конечно, угля по весу пришлось бы возить меньше, примерно, на 35—40%, ибо выход кокса из угля принят в 73%. Но зато нам пришлось бы увеличить раза в полтора число вагонов при перевозке кокса, по сравнению с перевозкой угля, ибо отношение удельных объемов кокса и угля этого требуют. Увеличение тары компенсирует больший вес угля, а увеличение числа вагонов вызовет непроизводительный обратный прогон порожняка.

Кроме того, перевозка кокса издалека, конечно, должна повлечь за собой больше перегрузок, чем это имело-бы место при производстве его на самом заводе; а каждая перегрузка увеличивает процент мелочи и тем обесценивает в той или иной мере кокс. Наконец, самая тряска в пути тоже не может хорошо отозваться на целости кокса.

Затем, можно было-бы говорить об выжиге кокса на копях только в том случае, если-бы там мог быть использован получающийся при обжиге газ. Часть газа, разумеется, может быть использована самим-же процессом обжига, но главная часть, вообще говоря, не может найти применения на рудниках.

С другой стороны, на металлургическом заводе весь газ может быть использован.

Итак, вопрос о месте производства кокса решается в пользу металлургического завода, а не копей; иоэтому вышеприведенные балансы газов сохраняют вполне свое значение и способность завода к самоснабжению энергией никаких сомнений не вызывает.

## Себестоимость электрической энергии на заводских станциях.

Посмотрим, во что-же обойдется собственная энергия металлургическому заводу?

В общем случае имеется два решения вопроса о производстве энергии на заводе, а именно при посредстве газовых двигателей и при посредстве паровых турбин.

Собствено чистого газового хозяйства теперь на заводе уже нет, ибо упомянутое раньше использование теплоты отходящих газов от газовых двигателей посредством паровых котлов и связанная с этим установка добавочных паровых турбин делает хозяйство силовой станции смешанным. Но преобладание все-же остается за газом, почему мы и называем его газовым хозяйством в отличие от чисто парового, т. е. когда газ сжигается в топках паровых котлов и двигателями являются исключительно паровые турбины.

При организации силового хозяйства на газе, Гипромез рассматривал тоже два варианта, а именно, вариант установки газовых двигателей старого типа (М. А. Н., Эргардт — Земмер, Тиссен) и вариант с новыми двигателями завода Шкода в Чехословакии (патент Сальта). Последние, правда, еще мало испытаны в практческой работе, но обещают многое; главное-же то, что при них установка двигателей обходится ощутительно дешевле.

Вот эти три варианта, т. е. во-первых, с паровыми турбинами, для давления пара порядка 30 atm. (вариант А), во-вторых, с газомоторами нового типа (вариант Б) и в третьих, с газомоторами

старых систем (вариант В)—и были предварительно просчитаны Энергетическим Отделом Гипромеза.

Стоимость одного установленного киловатта при этих вариантах А, Б, и В оказалась:

Вариант А . . . . . 222 рубл.
„ Б . . . . . 262 „
„ В . . . . . 290 „

Надо отметить, что ввиду меньшей надежности работы газовых двигателей по сравнению с турбиной, резервы в паровом варианте взяты несколько меньше, чем в газовых, вследствие чего установленная мощность по варианту А была 44 000 kW., а по варианту Б и В по 51 500 kW.

В существующей практике металлургических заводов, Доменный цех отпускает газ другим цехам, в том числе и силовой станции, по цене угольных калорий. Эти цены за газ и приняты Гипромезом при подсчете стоимости энергии. Иным образом, очевидно, считать и нельзя, ибо газ представляет из себя совершенно реальный источник энергии и как таковой имеет вполне реальную ценность. Продавая его, доменный цех скидывает его стоимость с издержек производства и тем удешевляет чугун. Если даже иногда весь газ на заводе не используется, то на это надо смотреть как на обстоятельство временное и ненормальное, подлежащее скорейшему устранению путем организации новых производств около завода, которые могли-бы потребить газ в той или иной форме. Во всяком случае, частичный выпуск газа на воздух не дает основания считать его ничего нестоющим.

Если-бы действительно часть газа приходилось выбрасывать в атмосферу, за неимением для него решительно никакого применения, то из вышеперечисленных трех вариантов оборудования силовой станции—паровой вариант всегда-бы имел преимущество перед газовым, ибо в нем капитальные отчисления были-бы меньше так как вся установка стоит дешевле газовой, а уменьшение теплового коэффицента не имело-бы значения, раз газ все равно выбрасывается на воздух. Но, как мы уже отмечали, такой взгляд вообще был-бы не верен. Поэтому при подсчетах себестоимости энергии Гипромез принимал, что для энергетических целей газа имеется в достаточном количестве лишь при использовании его

с наивысшим практически возможным тепловым коэффицентом, т. е. при применении газомоторов; и что при оборудовании силовой станции турбинами, часть топлива пришлось-бы прикупать.

В результате получились следующие цифры стоимости энергии:

| | Цена угля за пуд. копейки. | | |
|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 |
| Вариант А за 1 kWh коп . . . | 1.000 | 1.318 | 1.540 |
| „ Б „ „ „ . . . . | 1.224 | 1.378 | 1.527 |
| „ В „ „ „ . . . . | 1.296 | 1.447 | 1.598 |

Итак, мы видим, что себестоимость заводской энергии в общем, является довольно низкой, вполне приемлемой для металлургических производств, несмотря на то, что газ расценен был в полной стоимости, в соответствии с содержанием в нем калорий. Стало быть к ранее высказанному положению, что металлургические заводы являются самоснабжающимися по отношению к электрической энергии, можно добавить, что последняя производится на заводской силовой станции по себестоимости вполне приемлемой для завода.

## Газовое или паровое хозяйство.

Мы видим, что цены за энергию колеблются довольно значительно и очень зависят от цены угольных калорий, что при принятом способе расчета, разумеется, вполне естественно.

Ясно, что вопрос о выгодности применения парового или газового хозяйства стоит тоже в прямой зависимости от стоимости угля в данном месте.

Для получения ориентировочных данных о рациональности применения того или другого станционного хозяйства, результаты подсчета стоимостей энергии для всех трех вариантов были занесены на диаграмму (рис. 4), причем оказалось, что паровые установки выгоднее газовых вариантов при цене угля не свыше 19,1 коп. за пуд при применении двигателей Сольта и при цене угля не свыше 24, 2 при применении газовых двигателей

обычного типа. Выше указанных цен соответственные газовые варианты имеют преимущество.

Конечно, все эти соображения носят пока только предварительный характер. Газовые двигатели находятся все время в процессе усовершенствования, в результате коего может понизиться их цена, повыситься их надежность и отдача, уменьшиться расходы на ремонт и проч. Двигатели Сольта, например, несомненно, кое-что обещают в этом отношении, но, к сожалению, мы пока не знаем результатов их более или менее длительной эксплоатации в за-




Рис. 4.

водских условиях, ибо последняя еще не имела места. Далее, германские заводы сейчас работают над дальнейшим повышением отдачи двигателей путем использования теплоты воды, охлаждающей цилиндры; о практических результатах этой работы мы пока много тоже сказать не можем. С другой стороны и паровая техника идет крупными шагами вперед, что, равным образом, может поколебать предшествующие числовые заключения. Как известно, повышением давления пара, введением полного промежуточного перегрева и проч., мы и теперь уже можем получить тепловые отдачи паровых турбин, вполне сравнимых с газовыми двигателями. Пока в работах «Гипромез'а рассмотрение этих вариантов не

производилось, ибо все-таки есть сомнение, возможно-ли от заводской станции, являющейся лишь подсобным органом, требовать той-же степени технического совершенства, как от центральной районной станции, имеющей производство энергии своей главнейшей задачей. Впрочем, позднее, вариант паровой установки с более высоким давлением в Гипромез'е тоже будет рассмотрен.

### Внешняя электрификация металлургических заводов.

Принимая во внимание ввшесказанное, посмотрим, какое значение для металлургических заводов может иметь полная внешняя электрификация их, другими словами, насколько рациональным будет снабжение их энергией от районной станции.

Очевидно, последнее мыслимо только при соблюдении следующих двух условий, а именно, что:

1. Часть газа, назначенная для использования на силовой станции завода, может быть использована иначе и с большей, чем на станции выгодой и, что

2. Районная станция может дать энергию на завод ниже себестоимости энергии на заводской станции.

Как мы видели, количества газа, подлежащие обращению в силовую энергию на заводе, громадны. На самом заводе, при существующих типах и структурах заводов, девать этот газ некуда. Использование этих количеств газа вне завода представляется тоже мало вероятным; кроме того, оно было-бы сопряжено с длинными, дорого стоящими газопроводами и с неизбежными вследствие этого потерями и утечками. Да, наконец, если-бы этот газ вне завода и мог быть использован, то, очевидно, опять-таки или в тепловой или электрической форме: то есть также, как и на заводе, но только в большем отдалении от места производства газа, т.-е. с большими потерями, другими словами, менее рационально. Стало быть, говорить о выгодном использовании газа, иным образом, чем обращением его в силовую энергию для потребностей самого завода, пока трудно и вышеуказанное первое условие представляется мало выполнимым.

Второе условие, т. е. получение для завода энергии от районной станции по ценам низшим себестоимости энергии, на заводской станции, тоже мало вероятно.

В самом деле, учитывая дорогую линию передачи и потери, цена энергии с тепловой районной станции при 6 000—6 500 часах годовой работы 1 kW. будет, в лучшем случае, порядка. 1,5—2 коп., т. е. примерно та-же, что и на заводской станции Что касается подачи с гидравлической станции, то, при известных условиях, она разумеется может быть и ниже стоимости заводской энергии.

Второе условие таким образом, в этом последнем случае, могло-бы быть удовлетворено, но при невыполненном первом условии, это обстоятельство все-же не будет иметь значения. При невозможности использовать доменный газ, надо будет сравнивать цену гидравлической энергии со стоимостью заводской энергии за вычетом топливной слагающей, т. е. с величиной, примерно, порядка 0,7 — 1 коп. за kWh, а эта величина явится предельной и для стоимости гидравлической энергии. Наконец, если-бы гидравлическая станция и могла-бы отпускать энергию по этой цене, то вряд-ли было-бы рационально отпускать ее для металлургических заводов, могущих выдержать и более дорогую энергию; правильнее было-бы использовать ее на производства, требующие именно этой дешевой энергии, т. е. для производства алюминия, азота и проч.

К этим соображениям надо присоединить и следующее. Говоря об электрификации машиностроительных заводов, мы уже упоминали о присущих электропередачам, и к сожалению неизбежных, недостатках, а именно — о не полной надежности их в смысле непрерывности отпуска энергии.

Эти неприятные свойства длинных линий электропередач, конечно, должны быть терпимы по отношению к машиностроительным заводам, где они могут лишь прервать на некоторое время производство завода, но они совершенно неприемлемы для металлургических заводов, где они не только останавливают производство, но могут повредить и оборудование завода. Прекращение дутья в домну, прекращение подачи энергии к прокатным станам, остановка насосов, подающих воду для охлаждения — все это легко может повлечь порчу соответственного оборудования и причинить крупные убытки заводу.

Таким образом, и по соображениям экономии и по соображениям надежности снабжения энергией, полная внешняя электрификация металлургических заводов, в том случае, когда газа на заводе хватает для получения всей потребной для него энергии—

является в ныне существующих условиях неприемлемой и нерациональной.

Другое дело, если газа не хватает для всей потребности завода. Тогда, разумеется, частичное получение энергии с районной станции может представить выгоды и постольку явится желательным. Вопрос этот, очевидно, решится соответственным подсчетом, в каждом отдельном случае.

### Резерв для завода.

Касаясь снова вопроса о силовых резервах, следует отметить, что если полное снабжение металлургических заводов энергией с районных станций, как мы видели, нерационально, то присоединение станций завода к районной сети было-бы чрезвычайно уместным с точки зрения уменьшения числа резервных заводских станционных аггрегатов. Другими словами, вопрос об образовании центрального районного резерва, поднятый нами по поводу электрификации машиностроительных заводов, должен быть поставлен и по отношению к заводам металлургическим. Правда, мощности аггрегатов на станциях металлургических заводов, вообще говоря, несколько крупнее, чем на станциях машиностроительных заводов, они могут достигать 5.000—7.000 и даже более киловатт, но это не изменяет сущности вопроса. Несомненно, для государства будет выгоднее усилить центральный резерв на районных станциях, чем создавать его отдельно на многих заводских станциях.

Заграничная практика решает вопрос о получении резервной энергии для металлургических заводов от станций общественного пользования положительно. Конечно, этот вопрос в значительной мере зависит от расположения будущих районных сетей.

### Выводы.

На основании вышеизложенного энергетический отдел Гипромеза пришел к следующим выводам:

1. Крупные металлургические заводы, проектируемые по заданиям Гумпа на годовую производительность в 40 000 000 пудов чугуна, производят в качестве побочного продукта такое количество газа, которого или полностью, или в большей части хватает на покрытие всех энергетических потребностей завода. Иногда же энергия может быть отпущена и на сторону.

Себестоимость энергии, вырабатываемой на заводской станции, путем использования газа, по своей величине является вполне приемлемой для завода.

2. На этом основании металлургические заводы, указанного масштаба и типа, надо считать в энергетическом смысле самоснабжающимися и либо вовсе не требующими внешней электрификации, либо допускающими ее, при недостатке газа, в ограниченных размерах.

3. В виду чрезвычайной важности образования сильного и надежного резерва для металлургических заводов, вопрос об образовании центрального областного резерва должен быть рассмотрен и применительно к этим заводам.

4. Вопрос о выборе газового или парового хозяйства, как основы электрификации металлургических заводов, решается в зависимости от цены угля на заводе.

## Схемы электрификации заводов, намеченных ГУМП'ом.

На основании вышеизложенных выводов энергетическим отделом намечены следующие схемы электрификации Магнитогорского, Криворожского и Тельбеского заводов.

Магнитогорский завод, независимо от вышеуказанных соображений, может быть электрифицирован только внутренно, ибо никакой районной станции в пределах района его местонахождения не намечается. Сообразуясь с ценой привозного из Кузнецкого бассейна дорогого угля, для завода запроектирована газомоторная станция, включающая в себя и воздуходувки.

Такая-же станция запроектирована и для Криворожского завода.

Этот завод находится в районе Днепростроя, но по вышеуказанным соображениям пользоваться энергией этой станции не представится рациональным. Если-бы даже временно, в целях экономии строительных средств, было решено пользоваться энергией для завода от Днепростроя, то в проекте завода собственная заводская станция все равно должна быть разработана, ибо постройка ее лишь может быть отложен а, но не исключена совсем.

Для Тельбесского завода проектируется заводская станция, но не с газовым, а с паровым хозяйством, в виду дешевизны местного угля Кузнецкого бассейна.

## Электрификация мастерских металлургических заводов.

Электрификация мастерских металлургических Заводов проводится с той же исчерпывающей полнотой, как и на заводах

Машиностроительной группы. Отклонение может быть можно усмотреть в отношении воздуходувок, кои приводятся в движение не электродвигателями, а непосредственно газовыми двигателями или соответственно паровыми турбинами, что, конечно, представляется по меньшей мере допустимым, раз здание силовой станции располагается в непосредственной близи доменных печей. Впрочем, вариант применения моторных воздуходувок с расположением их у самых домн также намечен.

Крупный вопрос о приведении в движение блюмингов и реверсивных прокатных валов пока мало изучен, но, по всей вероятности, будет решен в пользу электрификации по системе Ильгнера. Все остальное оборудование намечено также к электрифицированию.

## Заключение.

Вот те общие положения, которые полжены в основу проектирования энергетических устройств новых металлозаводов энергетическим Отделом Гипромеза. Частично они в последующей проработке может быть и подвергнутся некоторым изменениям, ибо работа отдела только недавно началась. Главные технические отделы Института, машиностроительный и металлургический, вообще начали регулярную работу, примерно, в июне прошлого года. Работа энергетического отдела по своему характеру может итти только вслед за работой этих основных отделов. Только по получении от них заданий, энергетический отдел мог начать свою работу, а выработка этих заданий, естественно, требовала длительного труда.

Таким образом, в распоряжении энергетического отдела времени было немного. Тем не менее, если и можно ожидать, что кое-что из вышеизложенного межет быть в процессе работы вновь пересмотрено и изменено, то эти изменения может быть коснутся лишь количественной, числовой стороны выводов, сущность-же их, по мнению энергетического отдела, как будто, не имеет оснований быть поколебленной.

**Цена—1 р.**

**Для членов Съезда—скидка 50% .**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР. Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.400. Тираж 1700 экз. 5 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инж.*
*И. Т. Павлицкого.*

## НОРМИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК ТРЕХФАЗНОГО ТОКА ЭКСПЛОАТАЦИОННОГО НАПРЯЖЕНИЯ в 380/220 V.

Эксплоатационное низкое напряжение, или низкое напряжение у приемников при распределении электрической энергии трехфазным током установлено VIII ВЭС — в в 210/120 V [1]). Стандартными напряжениями для электрических установок выше 100 V, введенными в Германии с конца 1919 года и применимыми безоговорочно во всех случаях, являются 380 и 220 V. Напряжения в 125 и 500 V нормированы условно, первое для установок, в которых трудно рассчитывать на поддержание надлежащей изоляции и можно опасаться несчастных случаев с людьми [2]). Оно приводится в соответствие с основным напряжением в 220 V помощью знаменателя $\sqrt{3}$.

Стандартизированные в России два низких напряжения ниже приведенных из германских норм приблизительно на 5%.

Условное принятие Союзом Германских Электротехников напряжения в 500 V., отмеченного и русскими нормами, как промежуточное между 210 и 3 000 V., определяется его распространенностью в промышленных предприятиях Германии и других стран; в частности, и у нас электрические установки многих фабрик и заводов оборудованы также на это напряжение. Оно дает возможность понизить расчетное сечение проводов сравнительно с напряжением в 220 V. в 5,15 раза против 3 раз при 380 V.

Однако, даже привыкшие работать с напряжением в 500 V. и вполне оценившие его выгодные стороны — отмечают некоторую преувеличенность его для условий оборудования и работ в мастерских, в виду неприспособленности к нему мелких двигателей и других аппаратов, обыкновенно применяемых для более низких

---

[1]) „Электротехнические правила и нормы“ изд. 1925 г. стр. 137.

[2]) E.T.Z. 1919 г, № 37 стр. 457. „Электричество“ 1923 г. № 10 статья проф. А. А. Воронова и 1824 г. № 1 письмо инж. В. А. Леви.

напряжений, и опасности при нем открытого контактного провода для передвижных или подъемных устройств [1]).

500 V относятся к высокому напряжению. Этим уже в достаточной мере определяется экономическая и техническая затруднительность стандартизации этого напряжения в качестве основного для внутренних установок.

2. Русские „Правила безопасности и правила устройства для электротехнических сооружений сильных токов“, так же, как и германские, относят к устройствам низкого напряжения только те установки, в которых действующее напряжение в месте потребления между любым проводом и землею не превосходит 250 V.

Напряжение 380 V. при заземлении нейтрали признается удовлетворяющим этому условию. Лампы накаливания при этом напряжении включаются между нулевым и одним из фазных проводов на напряжение в 220 V., нормированном в ламповом производстве всех стран.

Мощности трехфазных электродвигателей, в зависимости от напряжения, нормированы Союзом Германских Электротехников в следующих пределах [2]).

| Напряжение. V [3]). | Мощности для соединений | |
|---|---|---|
| | звездой kw. | треугольником kw. |
| 125 | — | 0,125 — 100 |
| 220 | 0,125 — 100 | 0,33 — 160 |
| 380 | 0,33 — 250 | 3 — 250 |
| 500 | 3 — 250 | 5,5 — 250 |
| 3 000 | 30 | |
| 5 000 | 80 | |
| 6 000 | 125 | |

[1]) Le problème du transport de l'énergie dans les grands ateliers modernes par Richard Berger. „Revue Universelle des Mines“ 1914, No 2, стр. 184.

[2]) D. I. N.—V. D. E.

[3]) Основными, принятыми безоговорочно, являются напряжения подчеркнутые 220, 280 и 6000 V. Соответственно в России 120, 210, 3000, 6000 и 10000 V.

Из таблицы видно, что сравнительно распространенные на заводах двигатели в 0,5 (0,45) силы стандартизированы для напряжения в 380 V.

Наибольшая мощность двигателей, определяемая подводом тока до 600 A при $cs\varphi = 0{,}8$, выражается при 380 V — 320 kW. и при 500 V — 400 kW. Она не может представлять особого интереса, так как применение двигателей, работающих непосредственно от сети высокого напряжения, является выгодным уже при мощностях, много меньших, чем даже дают нормы [1]).

Отмеченные особенности напряжения в 380 V вполне объясняют нормирование его в Германии, не дающей между 380 V и 3 000 V никакого стандарта, кроме временно и условно допускаемых 500 V.

3. Нормирование напряжения имеет целью регулирование рынка в смысле удешевления производства, сокращения сроков при заказах и сосредоточения резервных частей на заводах, а не у потребителя.

В своем потреблении мы связаны с иностранными заводами, особенно с заводами соседней промышленной Германии; наши электротехнические заводы до сих пор не перешли на стандартизированное напряжение в 210 V. Это дает определенный повод к пересмотру норм, намеченных, главным образом, под влиянием вопроса о развитии применения электричества в деревне для целей не только передачи силы, но и, прежде всего, освещения.

4. В настоящее время вполне определенно выявляется необходимость учесть требования главного потребителя электрической энергии — фабрично-заводской промышленности—и, в первую очередь, в порядке ее развития — новых заводов.

При 220 V невозможна экономическая передача энергии в громадных мастерских современных заводов, особенно при тенденции повышать мощности станков, приспособленных к работе с инструментом из быстрорежущей стали, повышать коэффициент загрузки станков и мастерской и развивать вспомогательные, напр., подъемные, транспортные и др. устройства при обязательной механизации их.

Наряду с ростом мощности, потребляемой отдельным цехом, увеличивается площадь, занимаемая им. Организация последова-

---

[1]) Электродвигатели на 3 000 V строятся от 10 kW и 6 000 V — от 50 kW.

тельных процессов массового производства приводит к объединению ряда мастерских, или цехов под одной кровлей, доводя площадь, занимаемую зданием, до десятков тысяч квадратных метров [1]).

Выбору удобного места для помещения трансформаторных подстанций препятствует не только опасность, или нежелательность такого устройства внутри здания, в силу противопожарных соображений или неудобства вывоза трансформаторов в случае ремонта, но и ввиду перегруженности мастерских основным и вспомогательным оборудованием, непосредственно участвующим в последовательном ходе операций, важности определенной группировки оборудования и необходимости выдерживать свободные прямые полосы для направления грузовых потоков непрерывного производственного процесса в цехах и удовлетворить требованиям межцехового транспорта и другим нуждам.

Эти условия создают значительные, даже крайние, затруднения при выборе местоположения трансформаторных подстанций для обслуживания отдельных заводских корпусов, или цехов, и особенно их группировок и вынуждают ограничивать число трансформаторных пунктов и располагать последние в углах зданий, отделяя, таким образом, питательные центры от трансформаторов значительной частью общей длины мастерской, т.-е. в среднем до ста и более метров.

Ниже, в таблице III сгруппированы данные о мастерских: 1) двух вновь проектируемых заводов, обслуживаемых трансформаторами при цехах, 2) переоборудываемого завода с центральной трансформаторной подстанцией и 3) переустраиваемой спичечной фабрики с центральной паровой станцией на 600 kW при 220 V.

Эти примеры должны пояснить приведенные общие указания тех заданий, рациональное решение которых невозможно при действующих стандартах напряжений.

5. Наряду с повышением мощности силового оборудования нужно считаться с ростом мощности, требующейся для освещения, при применении метода общего освещения заводских помещений, и, главным образом, при повышении норм освещенности.

---

[1]) Один из корпусов проектируемого вагоностроительного завода вводит под одну кровлю свыше 70 000 m².

Осветительная нагрузка на единицу площади может быть определена приблизительно 9 W на 1 m². Она достигает в отдельных мастерских 25 и более $^0/_0$ силовой нагрузки.

Помимо усиления освещенности, требования равномерности освещения и отсутствия затененных частей помещения, определивших рост мощности, требующейся для освещения, особенностью современного осветительного устройства является выделение освещения безопасности, обязательное как вследствие особенностей сложного оборудования современной мастерской, так и вследствие ее размеров. Необходимость питания аварийного освещения от самостоятельного (сравнительно с питанием основного освещения) трансформатора и фидера, вызывает увеличение проводов. К тому-же ведет стремление, в целях обеспечения непрерывности работы, совершенно необходимого при массовом производстве, делать кабель к питательному центру, или групповому распределительному щитку, двойным при расчете каждого на $^2/_3$ полной расчетной мощности, чтобы в случае порчи одного из кабелей можно было вести безостановочно все работы до исправления дефекта.

Наряду с общими эксплоатационными возражениями против развития количества проводов в современных мастерских, приходится особенно считаться с загроможденностью всех частей здания и осложнениями при прокладке проводов, вследствие архитектурных особенностей зданий, как например: большие застекленные площади или широкое применение железо-бетона и трудность использования перекрытия.

6. В виду отмеченного, как равно и соображений о важности понизить первоначальную стоимость устройства и улучшить общий коэффициент мощности, является особенно желательным иметь для силовой и осветительной нагрузок общие цеховые трансформаторы и общую питательную сеть к распределительным щиткам.

Если иметь в виду обязательность полного удовлетворения технических и хозяйственных требований, то, при ограничении низкого напряжения 210 V, такое объединение питания силовой и осветительной нагрузок цеха, как самостоятельной единицы завода, практически почти неосуществимо, не только для вновь проектируемых заводов-гигантов, но и для заводов более обычного типа.

Препятствием является, прежде всего, необходимость предупре-

дить колебания напряжения, влияющие на освещение, т.-е. иметь эти колебания по возможности в пределах 1%.

Трехфазные электродвигатели нормированы для колебания напряжения в 5%. Русские нормы стандартизируют вторичное низкое напряжение трансформаторов в 215 V при стандартном напряжении приемников в 210 V. Нормы Союза Германских Электротехников определенно указывают пределы колебания напряжения на стороне потребления энергии в ± 5%, а на стороне производства энергии в ± 10% и дают для трансформаторов, обслуживающих приемники на 380/220 V, напряжение в 400/230 V.

Если принять за норму падения напряжения в цеховой силовой сети 5%, максимально (в исключительных случаях) 6%, и в осветительной 3,5%, максимально 4%, то распределение этих потерь между питательной и распределительной сетями приблизительно в отношении 30% к 70% представляется наиболее рациональным.

В этом случае имеем для питательных кабелей от трансформатора до распределительных щитков падение напряжения в 1,5%. От шин распределительных щитков силовая и осветительная сети разделяются, не влияя друг на друга. В самостоятельных распределительных сетях падение напряжения для силы определяется в 3,5% и для освещения в 2%.

7. С целью наметить мощность группового распределительного щитка или питательного центра, имея в виду наиболее мощные двигатели и влияние их пусковых токов на колебания напряжения, напомним, что германские нормы, включая между 380 V и 6 000 V напряжение в 3 000 V, поясняют, что это напряжение, как и напряжения в 500 и 5 000 V, нормируется условно.

Наша практика показала, что при проектировании электроснабжения приходится чаще всего считаться с районными и иными станциями, предполагать обмен энергии и намечать напряжение в 6 000 V, несмотря на приемлемость в отдельных случаях для изолированной центральной электрической заводской станции напряжения в 3 000 V. Возможно, что в ближайшем будущем нам, как и в Германии, придется признать за 6 000 V преимущественное право в ряду других средних напряжений.

Для 6 000 V минимальная мощность электродвигателей по нормам 125 kW, но фактически на это напряжение строятся двигатели, начиная с 50 kW.

Практика показывает, что наибольшая мощность двигателей практически в общем случае не превышает 50—75 kW, если не иметь в виду специальных цехов металлургических заводов, вроде прокатных или доменного, и других определенных условий, сравнительно редких.

Поэтому мощность питательного пункта может быть намечена, в среднем, порядка 200 kW для наиболее загруженных цехов больших заводов.

Предполагаются, конечно, в зависимости от местных особенностей, значительные колебания этой мощности в стороны как уменьшения, так и увеличения. Во всяком случае мощность группового щитка, питающего двигатели и распределительную сеть освещения, может быть принята менее, чем в 100 kW лишь при условии, что мероприятия по предупреждению колебаний напряжения, нежелательных и даже недопустимых по их размерам для освещения, будут заведомо рациональны в смысле затрат на первоначальное устройство.

8. Для более наглядного выяснения, в какой мере при разных напряжениях удовлетворяются намеченные задания и условия, приводятся следующие три таблицы, характеризующие рациональность применения 120, 210, 380 и 500 V для электрических питательных (I и I-а) и распределительных (II) сетей заводских производственных корпусов, вмещающих цех или группу производственно связанных цехов.

При составлении таблиц имелся в виду вывод на основании следующего положения: наиболее выгодным является то напряжение, которое приводит к наиболее полному использованию сечений проводов, т. е. дает возможность ограничиться наименьшим сечением провода, удовлетворяющим одновременно требованиям плотности тока и падения напряжения, или дающим наибольшее к этому условию приближение при заданных пределах мощности и расстояний.

Исходя из этого основного положения, определяем предельные для намеченных напряжений мощности и расстояния, с учетом целого ряда условий, как-то: учитывая неудобство применения для питания распределительного щитка проводов или кабелей сечением

# ТАБЛИЦЫ

Пределов рационального применения напряжений в 120, 210, 380 и 500 V.

I-а Питательные провода. Наибольшее падение напряжения 2% от рабочего напряжения приемников.

| Выполнение: | Подземный кабель: 6 mm² — 95 mm² | | | | Изолированные провода 6 mm² — 95 mm² | | | | Голые провода 6 mm² — 95 mm² | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Характерист. | Длина линии m | | Передав. мощн. kW | | Длина линии m | | Передав. мощн. kW | | Длина линии m | | Передав. мощн. kW | |
| Напр. | Наим. | Наиб. | Наим. | Наиб. | Наим. | Наиб. | Наим. | Наиб. | Наим. | Наиб. | Наим. | Наиб. |
| 120 V | 12,7 | 39 | 7,8 | 40 | 19,2 | 39 | 5,15 | 40 | 9,8 | 22,3 | 10 | 70 |
| 210 V | 22,1 | 68,3 | 13,7 | 70 | 33,6 | 68,3 | 9,0 | 70 | 17,3 | 38,9 | 17,5 | 122,5 |
| 380 V | 40 | 123,6 | 24,7 | 126 | 60,7 | 123,6 | 16,3 | 126 | 31,2 | 70,5 | 31,6 | 122 |
| 500 V | 52,7 | 162,7 | 32,6 | 166 | 80 | 162,7 | 21,5 | 166 | 41,2 | 92,5 | 41,6 | 291 |

I. Питательные провода. Наибольшее падение напряжения $1^1/_2$%.

| | 6 mm² — 95 mm² | | | | 6 mm² — 95 mm² | | | | 6 mm² — 95 mm² | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 120 V | 9,5 | 29,3 | 7,8 | 40 | 14,4 | 29,3 | 5,15 | 40 | 7,4 | 16,7 | 10 | 70 |
| 210 V | 16,6 | 51,3 | 13,7 | 70 | 25,2 | 51,3 | 9,0 | 70 | 13,0 | 29,2 | 17,5 | 222,5 |
| 380 V | 30 | 92,8 | 24,7 | 126 | 45,6 | 92,8 | 16,3 | 126 | 23,4 | 52,9 | 31,6 | 222 |
| 500 V | 39,6 | 122 | 32,6 | 166 | 60 | 122 | 21,5 | 166 | 30,9 | 69,5 | 41,6 | 291 |

II. Распределительные провода. Наибольшее падение напряжения 3,5%.

| | 6 mm² — 35 mm² | | | | 2,5 mm² — 35 mm² | | | | 6 mm² — 95 mm² | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 120 V | 22,1 | 45 | 7,8 | 22,4 | 21,6 | 48,3 | 3,3 | 20,8 | 17,3 | 39,0 | 10 | 70 |
| 210 V | 38,5 | 78,3 | 13,7 | 39,2 | 37,7 | 84,6 | 5,8 | 36,4 | 30,2 | 68,5 | 17,5 | 122,5 |
| 380 V | 69,7 | 142 | 24,7 | 71 | 68,2 | 153 | 10,5 | 65,8 | 54,7 | 124 | 31,6 | 222 |
| 500 V | 91,6 | 186,5 | 32,6 | 93,5 | 89,7 | 201,4 | 13,9 | 86,7 | 72 | 163 | 41,6 | 291 |

большим 95 mm², или в большем числе, чем 2, предполагая наименьшее сечение подводимых к питательным пунктам проводников в 6 mm², и учитывая потери нормально для питательных фидеров в 1,5% (таблица I) и факультативно в 2% (таблица I-а), а для распределительных проводов и кабелей (таблица II) в 3,5% при наибольшем сечении проводника в 35 mm² и наименьшем для подземных кабелей и голых проводов—в 6 mm², а для изолированных проводов, в предположении подводки к отдельным двигателям в трубах под полом или по стенам и конструктивным частям перекрытия,—в 2,5 mm².

Разные напряжения дают пропорциональные численные пределы мощности и расстояний, удовлетворяющих условию полного использования проводника.

При питании распределительных центров в устройствах большой мощности интерес сосредотачивается на порядке использования больших сечений.

Сечение 95 mm² при 380 V допускает рациональную передачу 126 kW в случае укладки в траншее не более двух [1]) кабелей. Следовательно, питание распределительного центра двумя кабелями позволяет довести его мощность до более 250 kW, или рассчитывая каждый кабель на $^2/_3$ полной мощности центра в предположении временной перегрузки, в случае дефекта в одно из них, можно принять эту мощность в 200 kW.

При трех кабелях мощность питательного пункта может быть доведена до 300 kW, т. е. до такой мощности, которую, по условиям практики цеховых заводских сетей и удобно обслуживаемых токов, можно признать близкой к максимальной и, во всяком случае, более чем достаточной.

Расстояния, соответствующие потерям в 1,5%, при нагрузке кабеля сечением 95 mm² до допустимой плотности тока для 380 V, определяются при двух способах выполнения, подземным кабелем и изолированным проводом, в 93 m, т. е. могут быть

---

[1]) „Нормы для проводов“ изд. 1925 г. стр. 194 указывают понижение допустимых токов на 25% в случае прокладки более двух кабелей в одной траншее или канале, при условиях, с которыми обыкновенно приходится считаться, ведя подземную, т. е. наиболее удобную, особенно, при современных заданиях, прокладку питательных и распределительных силовых проводов в мастерских.

признаны достаточными для средних величин, с которыми приходится считаться на практике. Это дается как общими соображениями, так и рассмотрением примеров, сведенных в приводимую далее таблицу III.

Голые провода, т. е. случай подводки энергии к цехам от централизованного трансформаторного устройства или небольшой центральной станции низкого напряжения, — дают в отношении мощности более благоприятные условия, повышая передаваемую мощность до 225 kW, но расстояние, соответствующее падению напряжения в 1,5%, уменьшается до 53 m.

Допуская в этом случае большее на 30% падение напряжения, по сравнению с ранее намечерным в $1^1/_2$%, т. е. до 2%, мы повышаем наиболее выгодное расстояние до 70 m., т. е. расширяем пределы полной рациональности использования меди при большем разнообразии практических условий.

Так как понижение процента падения напряжения важно исключительно в целях ограничения колебаний напряжения при пользовании одними и теми-же трансформаторами для силовой и осветительной сетей, то при мощных питательных пунктах число, размер и пусковой ток двигателей, работающих в переменных условиях нагрузки, напр., крановых, и определяющих колебания напряжения, обыкновенно только в сравнительно редких случаях и, чем мощнее пункт, тем реже, не допустят увеличения падения напряжения свыше $1^1/_2$% и даже свыше 2%.

Поэтому для питательных пунктов, наряду с таблицей при потерях в $1^1/_2$% приведена таблица (Ia) в предположении потерь в 2%.

В случае применения голых проводов, легче избежать прокладки двойных фидеров; допущение при этом больших плотностей тока и больших падений напряжения позволяет видеть в 380 V напряжение, способное дать удовлетворительное решение задач, ставящихся при достаточном разнообразии заданий.

10. Приведенные таблицы показывают, что для питательных сетей напряжение в 210 V является безусловно недостаточным для сколько-нибудь значительных мощностей и расстояний и что при этом напряжении вопрос о совместном обслуживании сетей силовой и осветительной отпадает.

При 500 V вопрос этот также отпадает. Экономичность ламп даже на 220 V не во всех случаях защитима и для мелких

световых единиц, вряд-ли, может быть рекомендуема при всех условиях. Поэтому самое предположение об изменении напряжения ламп до величины, приемлемой при 500 V, не может иметь места.

Однако, помимо особенностей 500 V, отмеченных ранее, наглядность цифровых сопоставлений таблицы дает возможность видеть, что наиболее рациональные мощности и расстояния не дают сколько-нибудь значительных преимуществ этого напряжения сравнительно с напряжением в 380 V

Графическое выражение данных таблиц I и II еще яснее показало-бы, что при намеченных расстояниях и мощностях и для принятых общих заданий в большинстве случаев переход от 380 V к 500 V не мог-бы быть защищаем, даже при условии отказа от какой-либо связи между силовой и осветительной сетями. Это является следствием трудности использовать те 70% экономии (соотношение мощностей и длин линии $= \left(\frac{510}{380}\right)^2 = 1{,}73$), которые дает напряжение в 500 V сравнительно с 380 V

Из нижеследующей таблицы III, в которой для краткости сравнены только 380 и 210 V, можно видеть, что соотношение $\left(\frac{380}{210}\right)^2 = 3{,}28$ выявляется полностью не во всех приводимых примерах.

Вместе с тем напряжение в 380 V дает вполне удовлетворительные результаты, как по числу питательных пунктов и их мощности, так и по числу фидеров. Замена 380 V напряжением в 500 V дала бы только небольшую экономию на меди, неспособную в сколько-нибудь достаточной мере окупить неудобства такого повышения напряжения.

11. Для распределительной сети повышение напряжения выше 380 V может дать еще меньше, чем для питательной. Число подводок к отдельным электродвигателям не может измениться. Устройство вторичных распределительных щитков, в случае признания их надобности и удобства, может быть осуществлено при 380 V с такой-же простотой и экономичностью, как и при 500 V.

Ограничение наименьшего сечения кабелей и проводов, в целях повысить механическую прочность или иметь запас на случай развития потребления или замены двигателя более мощным, в виду незначительности стоимости меди, сравнительно с общей стоимостью

подземного кабеля и его прокладки [1]), устраняет возможность в большинстве случаев иметь экономию даже на стоимости меди в соответствии с повышенным напряжением.

Мощности и расстояния, даваемые применением 380 V, вполне удовлетворяют тем требованиям, которые намечаются ближайшей практикой и, как видно из таблицы II, не дают преувеличения при выборе сечения провода.

Можно даже сказать, что, если в отдельных случаях мощности и расстояния фидеров питательной сети оправдали-бы применение напряжения в 500 V, то не в меньшем числе случаев особенности требований к распределительной сети могут оправдать применение 220 V.

Таким образом, то и другое напряжение могли-бы быть приняты факультативно, но во всяком случае только напряжение в 380 V удовлетворяет во всех отношениях тем пожеланиям и требованиям, которые должно предъявлять к основному нормированному напряжению.

Из таблицы III-й, дающей примеры сравнительных подсчетов питательной сети к распределительным пунктам мастерских при напряжениях в 380 и 210 V, видно что ограничивая падения напряжения в питательных линиях $1^1/_2\%$, при 380 V, является возможным иметь питательные пункты мощностью в 200 kW при расстояниях, соответствующих наиболее рациональному использованию сечения подземного кабеля или голого провода в 95 $mm^2$.

Число фидеров к одному питательному пункту нигде не превосходит двух, причем двойные фидера всюду нагружены не более, чем на $^2/_3$ их предельной мощности.

На спичечной фабрике, где преувеличенность расстояния определяет расчет по падению напряжения, соотношение между сечением меди при 380 V и 210 V выходит за пределы квадрата соотношения этих напряжений. Но в большинстве рассматриваемых случаев, это соотношение менее трех и даже равно двум, что указывает на неполное использование сечения проводников, вследствие недогрузки (резерв) и на возможность увеличить рас-

---

[1]) Стоимость меди составляет для 3-х жильного кабеля, сечением $3\times6$ $mm^2$, около 12% от стоимости самого кабеля и около 6% от стоимости соответствующей кабельной линии (без муфт); для кабеля сечением $3\times35$ $mm^2$ соответственные значения будут 28% и 19%.

стояния, доведя падение напряжения до заданной величины. Таким образом, повышение напряжения выше 380 V может быть признано для рассматриваемых примеров излишним. Сокращение числа питательных пунктов возможно в некоторой мере и при 380 V, но оно повлекло-бы только дополнительные расходы по развитию распределительной сети.

С другой стороны, напряжение в 210 V является явно недостаточным, так как, несмотря на отнюдь не преувеличенную мощность питательных пунктов, не превосходящую 100 kW, почти всюду приходится вести расчет по падению напряжения, т.-е. иметь фидеры без запаса в мощности при чрезмерном расходе меди и преувеличении общего числа фидеров, частью выходящих за принятое сечение в 95 $mm^2$.

Приведенные таблицей III примеры можно было-бы расширить. Этого не делается, так как для металлургических и горных заводов недопустимость низкого напряжения в 210 V ясна уже из большей, чем на механических заводах, разбросанности оборудования.

Кроме того, принятые многими нашими старыми фабриками и заводами напряжения в 500 V и стремление держаться его дает достаточный материал для суждения о требованиях промышленности, в смысле стандарта низкого напряжения и недостаточности 210 V.

Приведенные примеры имеют целью не только пояснить необходимость повышения принятого ранее стандарта, но и наметить достаточность выдвигаемого стандарта для промышленных предприятий.

В качестве вывода предлагается нормировать для низкого напряжения 380/220 V, как основной стандарт, в крайнем случае, временно ограничив его распространение на установки, находящиеся под ответственным наблюдением специального технического персонала.

Соответственно низкое напряжение для трансформаторов должно быть нормировано в 400/231 V, а для генераторов до 430 V.

Нормирование низкого напряжения VIII ВЭС вероятно, в виду временного характера принятого стандарта, не оказало влияния на производство и каталоги электротехнических заводов,

Т А Б Л И Ц А III

**Сравнительный вариант выполнения питательной сети разнохарактерных установок при напряжении приемников в 210 V и 380-220 V в предположении наибольшей потери напряжения в 1,5%**

| №№ | Наимен. предприятия | Наименование отдельных помещений | Число и мощность подстанций | Наибольш. размеры мастерских в метрах | Потребн. мощн. kW: Силов. оборудован. | Потребн. мощн. kW: Освет. оборудован. | Средн. нагруз. питат. пункта kW: 210 V | Средн. нагруз. питат. пункта kW: 380 V | Число групповых распред. щитков: 210 V | Число групповых распред. щитков: 380 V | Средн. длин. одной питательн. линии в метрах | Число питательных линий и сечение их. mm²: 210 V | Число питательных линий и сечение их. mm²: 380 V | Наиб. мощн. уст. эл. двигат. kW. | Ориентир. стоим. питательн. сети со включен. рубильников и предохранит. в рублях: 210 V | Ориентир. стоим. питательн. сети со включен. рубильников и предохранит. в рублях: 380 V | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | 10 | | 11 | 12 | | 13 |
| 1 | Завод с.-х. машин. Все цеха в отдельных корпусах | Кузница . . . . . | 2 × 1 000 | 290×80 | 1 800 | 200 | 100 | 200 | 20 | 10 | 60 | 40×(3×95) | 20×(3×95) | 55 | 60 000 | 31 000 | Подземный кабель. |
| 2 | | Инструментальная. | 1 × 665 | 90×80 | 600 | 65 | 70 | 83 | 10 | 8 | 40 | 10×(3×95) | 8×(3×50) | 22 | 11 000 | 5 500 | |
| 3 | | Литейная ковк. чугуна . . . . . | 1 × 530 | 190×75 | 400 | 130 | 100 | 106 | 6 | 5 | 60 | 12×(3×95) | 5×(3×70) | 44 | 18 000 | 5 500 | |
| 4 | | Литейн. сер. чуг. . | 1 × 700 | 135×80 | 600 | 100 | 100 | 200 | 7 | 4 | 80 | 14×(3×120) | 7×(3×95) | 55 | 30 000 | 12 500 | |
| 5 | | Цех плуг и сеял. . | 1 × 530 | 100×80<br>100×66 | 400 | 130 | 70 | 106 | 8 | 5 | 60 | 8×(3×95) | 5×(3×70) | 22 | 11 000 | 5 500 | |
| 6 | | „ уборочн. маш. | 2 × 400 | 220×100 | 600 | 200 | 100 | 100 | 8 | 8 | 70 | 16×(3×120) | 8×(3×70) | 22 | 31 000 | 10 000 | |
| 7 | | Деревообдел. цех. . | 1 × 1 080 | 127×70 | 1 000 | 80 | 72 | 200 | 15 | 10 | 80 | 30×(3×95) | 10×(3×95) | 37 | 50 000 | 19 000 | |
| 8 | Вагоностроительный завод | Отдельн. корпус. Кузн.—прес. Отд. . | 1 × 1 900 | 165×110 | 1 700 | 180 | 47 | 188 | 40 | 10 | 85 | 40×(3×95) | 20×(3×95) | 50 | 67 000 | 38 000 | Подземный кабель |
| 9 | | Общий корпус площадью свыше 70 000 m². Деревообделочная . | 1 × 1 350 | 120×90 | 320 | 100 | 35 | 112 | 38 | 12 | 100 | 38×(3×95) | 12×(3×95) | 35 | 71 000 | 23 500 | |
| | | Малярная . . . . | | 185×30 | 70 | 50 | | | | | | | | | | | |
| | | Кузовная (часть) . | | 110×110 | 460 | 110 | | | | | | | | | | | |
| | | Инструмент. „ ) . | | 60×30 | 200 | 20 | | | | | | | | | | | |
| | | Рамная (ча ть) . . | | 130×90 | 600 | 110 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | Инструментальная (часть) . . . . . | 1 × 1 250 | 60×30 | 200 | 20 | 42 | 202 | 29 | 6 | 85 | 29×(3×95) | 12×(3×95) | 15 | 48 000 | 23 000 | |
| | | Тележечная . . . | | 150×30 | 250 | 40 | | | | | | | | | | | |
| | | Тормазная . . . . | | 80×30 | 190 | 20 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | Кузовная (часть) . | 1 × 1 260 | 110×90 | 330 | 90 | 41 | 126 | 31 | 10 | 90 | 31×(3×95) | 10×(3×95) | 45 | 53 000 | 18 500 | |
| | | Рамная (часть) . . | | 90×70 | 150 | 60 | | | | | | | | | | | |
| | | Колесная (часть) . | | 50×20 | 410 | 10 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | Колесная (часть) . | 2 × 1 150 | 100×50 | 2 200 | 50 | 70 | 87 | 32 | 26 | 45 | 32×(3×95) | 26×(3×50) | 45 | 36 000 | 19 500 | |
| 13 | Болторезн. завод Все цеха в отдел. корпусах. | Прессовый цех . . | Одна центр. понижающая подстанция мощностью 1 500 kW | 140×30 | 400 | 40 | 73 | 220 | 6 | 2 | 55 | 6×(3×95) | 2×(3×95) | 45 | 7 200 | 2 800 | Голые провода |
| 14 | | Болто-гайкорезн. . | | 130×20 | 215 | 50 | 45 | 135 | 6 | 2 | 80 | 6×(3×95) | 2×(3×95) | 15 | 8 500 | 3 100 | |
| 15 | | Костыльный цех . | | 90×15 | 135 | 10 | 69 | 206 | 3 | 1 | 60 | 3×(3×95) | 1×(3×95) | 25 | 3 800 | 1 500 | |
| 16 | | Механ.-ремонтн. . | | 70×20 | 50 | 10 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | Проволочн. цех . . | | 110×16 | 320 | 20 | 42 | 112 | 8 | 3 | 80 | 8×(3×95) | 3×(3×95) | 35 | 11 300 | 4 500 | |
| 18 | | Гвозд. шурупн. . . | | 110×20 | 190 | 25 | 43 | 112 | 5 | 2 | 85 | 5×(3×95) | 2×(3×95) | 35 | 7 500 | 3 100 | |
| 19 | Спичечная фабрика | Главн. фабричн. корпус, площадью 6 500 m² . . . . | Одна центр. паро-силов. станция на 600 kW | 100×80 | 230 | 55 | 20 | 70 | 14 | 4 | 176 | 14×(3×95) | 4×(3×95) | 10 | 28 500 | 11 300 | Голые провода |

но, конечно, оно не могло не учитываться при проектировании новых установок, особенно имея в виду возможность задержки с их выполнением.

В виду этого, считаясь с оффициальной необязательностью применения норм, является необходимым выяснение порядка соглашения по установлению времени принятия нормированного напряжения к руководству электротехническими заводами и согласования сроков введения установленных стандартов при проектировании и в производстве.

К таблице III: Содержание отдельных граф таблицы III следующее:

1. Порядковый номер мастерской, обслуживаемой отдельной трансформаторной подстанцией или одним питательным пунктом.

2. Наименование предприятий, для коих сделан сравнительный вариант.

3. Наименование мастерских или цехов, выделенных в отдельные помещения. По отдельным предприятиям рассмотрены лишь те цеха, для которых имелись относительно определенные данные. Так, например: по вагоностроительному заводу не рассмотрен литейный отдел. По тому-же заводу под одной кровлей объединены группы мастерских №№ 9, 10, 11 и 12; общая площадь здания более 7 ha.

4. Число подстанций показано применительно к местным условиям; мощность их указана ориентировочно и не является установленной мощностью.

5. Наибольшие размеры мастерских. Большинство мастерских имеют в плане прямоугольную форму, в силу чего «наибольшие размеры» являются одновременно и главными размерами, определяющими площадь, занятую мастерской.

6. Потребная мощность указана ориентировочно, но с подразделением на две части: а) для питания силовых приемников; б) для питания осветительных приемников.

7. Средняя нагрузка питательных пунктов выбрана в предположении использования одних и тех-же питательных линий для питания, как силовых, так и осветительных приемников. Эти нагрузки указаны отдельно для каждого варианта напряжения и выбраны применительно к возможности рационального использования сечений проводов (см. таблицы I и I-а).

8. Число групповых распределительных щитков указано отдельно для напряжений 210 и 380/220 V и определяется соответственными значениями граф 6 и 7. Практические условия объединения щитков позволяют повысить мощность распределительных центров.

9. Средняя длина питательной линии задана ориентировочно в предположении сосредоточения всей нагрузки данной мастерской в центре тяжести и площади. Месторасположение подстанций принималось при этом в соответствии с реальными условиями.

10. Число питательных линий и сечение их выбрано в обоих рассмотренных вариантах с соблюдением следующих ограничивающих условий а) сечение не должно превосходить 95 mm²; б) должно быть возможно полно использовано; в) в случае применения линий, состоящих из двух параллельно протянутых кабелей или магистралей, каждая магистраль или каждый кабель должны быть рассчитаны на мощность, соответствующую $^2/_3$ наибольшей нагрузки группового щитка.

Сравнение рассматриваемых вариантов дает только в 44% исследованных случаев (порядковые №№ 3, 7, 9, 11, 13, 14, 15 и 18) соотношение, близкое к теоретическому (3, 28). В остальных 56% случаев повышение напряжения дает возможность сократить вес меди не в 3,28 раза, как следовало-бы ожидать, а в 2 раза и даже менее. Это обстоятельство определяется необходимостью оперировать нормальными сечениями и, в отдельных случаях, повышать среднюю нагрузку распределительных щитков в соответствии с наибольшей мощностью приключенных приемников (гр. 11) или возможными колебаниями нагрузки и соответствующим падением напряжения.

Как видно из графы 10-й, вариант с напряжением в 380 V, в громадном большинстве случаев, дает возможность сделать рациональный выбор сечения линий. Что касается варианта с напряжением в 210 V, то рациональный выбор сечения питательной линии удалось осуществить лишь в одном случае (№ 2). Во всех остальных случаях, в частности, когда длины линий восходят за пределы 50 m., или-же наибольшая мощность приключенного электродвигателя превышает 35 kW, напряжение 210 V не дает возможности осуществить более или менее рациональный выбор сечения.

В случае применения напряжения в 380 V, питательная сеть должна быть выполнена по четырехпроводной системе для возможности включения осветительных приемников, построенных на 220 V. Сечение этого четвертого провода, по малости его, не принято во внимание.

11. Для сохранения постоянства напряжения на шинах групповых распределительных щитков, мощность последних должна быть в несколько раз больше мощности наибольшего электродвигателя, установленного в данной мастерской. В этой графе даются указания таковой мощности для суждения о том, насколько вероятно при данной в графе 7 мощности щитка постоянство напряжения на шинах его, или насколько необходимо усиление мощности распределительного центра (см. прим. к гр. 8).

Крановые электродвигатели, составляющие, с точки зрения режима работы наиболее переменную группу приемников, предположено включать на общие групповые щитки только в том случае, когда приключенная к данному щитку мощность таких приемников составляет не более 20% от всей расчетной нагрузки щитка. В противном случае, крановые электродвигатели предположены питающимися от особых распределительных щитков, изолированных от осветительной сети.

12. Стоимость питательных линий ориентировочно исчислена для обоих вариантов по современным ценам в предположении: а) каждый фидер снабжен ножевыми плавкими предохранителями и трехполюсными рубильниками; б) линии в случаях 1—12 выполняются подземным 3-х жильным кабелем, а в случаях 13—18 голыми медными скрученными проводами.

Цена — 25 коп.

Для членов Съезда—скидка 50%.

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 37.938. Тираж 1.700 экз. 1 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад профессора*
*А. А. Чернышева.*

## ТЕЛЕСНОШЕНИЯ МЕЖДУ СТАНЦИЯМИ И ПОДСТАНЦИЯМИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ. СВЯЗЬ ПРОВОЛОЧНАЯ, А РАВНО И ТОКАМИ БОЛЬШОЙ ЧАСТОТЫ.

«Большая сеть, служащая для распределения энергии, может быть представлена в виде двух систем распределения, из которых одна служит для передачи мысли, другая для передачи мощности»— «нельзя удовлетворительным образом эксплоатировать сеть мощности, если предварительно не иметь возможности эксплоатировать сеть мысли». Такими словами охарактеризовал член Парижского Конгресса M. Bennett значение связи для правильной работы сетей распределения энергии.

По мнению самых крупных специалистов в области эксплоатации электрических сетей, особенно высоковольтных, правильное решение вопроса о связи между отдельными главными пунктами крупных электрических установок является вопросом кардинальной важности и потому даже крупные затраты, сделанные для обеспечения быстрой и надежной связи, всегда окупаются в самом непродолжительном времени той экономией, которая является результатом уменьшения размеров повреждений при всякого рода авариях, уменьшения продолжительности перерывов в подаче энергии, улучшений в регулировке напряжения, более правильного распределения нагрузок между отдельными пунктами питания, регулировки коэффициента мощности и т. д. Вообще говоря, максимальная стоимость устройства связи при крупных установках относительно так мала, что, если в результате получения надежной связи подача энергии ежегодно удлинится на несколько десятков часов, то одна лишь стоимость отпущенной за эти часы энергии окупит все произведенные на устройство связи затраты в течение первых нескольких лет.

Техническая важность развития и усовершенствования средств телесношений заставила обратить на них сериезное внимание технических и промышленных кругов, и в результате продолжительных

и упорных усилий в настоящее время имеется ряд решений, дающих более или менее удовлетворительные результаты. Настоящий доклад является попыткой изложить современное состояние данного вопроса, причем мы ограничимся одной только телефонной связью, т. к. телеграфная связь, хоть и применяется, но лишь в исключительных случаях.

Виды телефонной связи, которые могут быть использованы для обеспечения сношений между отдельными пунктами электрических сетей передачи и распределения энергии, следующие:

1. Существующие железнодорожные, городские и т. п. телефонные сети, предоставляемые владельцами их во временное пользование электрическим обществам.

2. Специальные телефонные линии, протянутые на отдельных столбах вдоль линии передачи и распределения энергии или вдали их.

3. Телефонные линии, протянутые на тех же опорах, которые служат для несения передающих энергию проводов.

4. Обычные радиотелефонные устройства с отдельными антеннами, не связанными с проводами, передающими энергию.

5. Телефонные устройства, работающие токами высокой частоты, распространяющимися по проводам, передающим энергию.

## Телефонная связь по сетям общего пользования.

Из приведенных видов телефонной связи только в редких случаях пользуются существующими телефонными сетями общего или специального пользования и едва ли по этому поводу может быть два различных мнения. Несомненно, что нахождение указанных линий в ведении посторонних организаций, даже при наличии строгого соглашения о совместной эксплоатации, является нежелательным; всякого рода капитальные затраты по расширению и улучшению сетей, находящихся в ведении другой организации, обыкновенно в этих случаях отсутствуют; тем самым не вполне надежная связь, особенно во время гололедицы, бурь и т. п., становится еще менее надежной, что сопровождается частыми перерывами в связи. Если прибавить к этому часто встречающуюся при сношениях на далекое расстояние неясность речи, то очевидно, что обеспечение телесношений в этом случае является недостаточным. Такой способ может быть применен лишь в тех

случаях, где обеспечение правильной подачи электрической энергии по данному направлению не является обязательным, например при второстепенных соединительных и обходных линиях, где капитальные затраты на устройство других более надежных способов связи не может быть оправдано с экономической точки зрения.

## Телефонная связь по специальным линиям.

Устройство специальных линий, протянутых на отдельных столбах вдоль линий передачи или вдали от них, дает гораздо лучшее решение вопроса о получении надежной связи между отдельными пунктами электрических установок, но все же и такой способ нельзя признать удовлетворительным. Недостатками такого рода связи являются:

а) Частичное или полное прекращение связи во время гроз, т. е. именно тогда, когда связь между отдельными пунктами электроустановок может оказаться особенно необходимой;

б) частые перерывы связи вследствие обрывов проводов, особенно во время гололедов:

в) значительное ухудшение ясности передачи речи при значительных расстояниях между пунктами связи в случае применения железных проводов;

г) высокая стоимость линий связи при применении медных и бронзовых проводов;

д) значительная стоимость эксплоатации длинных линий связи, особенно в тех случаях, когда столбы, поддерживающие телефонные провода, расположены вдали от линий, передающих мощность;

е) наличие индуктивного влияния линий сильного тока на провода слабого тока при сближениях между ними и, как следствие такого влияния, появление шумов в телефоне;

ж) наличие опасного влияния линий сильного тока на линии слабого тока при коротких замыканиях на линиях сильного тока;

з) сильное влияние атмосферных условий на ясность передачи речи при обычных условиях изоляции линии и при больших расстояниях.

Главным достоинством такого рода телефонной связи является простота всего устройства и правильное функционирование его в течение значительного числа часов в течение года.

Наличие такого рода связи при одновременном применении какого либо другого типа связи, более надежного, хотя и более дорогого в эксплоатации, часто дает удовлетворительное решение рассматриваемого вопроса. Большинство недостатков этого вида связи относится к ранее рассмотренному виду связи при применении проводов общего пользования.

## Телефонная связь по проводам, расположенным на тех же опорах, которые служат для передачи энергии.

Помещение телефонных проводов на тех же опорах, которые служат для поддержки проводов, передающих электрическую энергию, начало применяться около 20 лет тому назад; несмотря на сравнительно большой опыт в этом отношении, который должен был бы накопиться за этот промежуток, в настоящее время такого рода устройства не везде работают удовлетворительно. [1]) Большинство такого рода установок сделана недостаточно компетентными лицами и из материалов, пригодных для устройства обычных телефонных линий, но вовсе неподходящих для устройства такого рода специальных линий, работающих при особо трудных специфических условиях. Как мы увидим из дальнейшего, телефонные линии, расположенные на тех же опорах, которые служат для передачи энергии, подвергаются столь сильным электростатическим и электромагнитным влияниям, особенно во время коротких замыканий на линиях сильного тока, что необходим самый тщательный подсчет изоляции их с одной стороны и специальных защитных устройств с другой стороны. Самые телефонные аппараты, служащие для переговоров, приходится включать, через очень тщательно изолированные специальные трансформаторы для избежания опасных последствий перехода высокого напряжения на них. Если прибавить к этому, что всегда возможно соприкосновение между проводами связи и проводами, несущими токи высокого напряжения в случае обрыва их, то опасность попадания в провода связи мощностей порядка десятков и сотен тысяч киловатт (при круп-

[1]) E. O. Meyer «Les moyens de Communication des Entreprises électriques». Compste rendu des travaux de la troisième Session de la Conférance Internationale des grands réseaux électriques à Haute Tension. Том II. p. 54[7].

ных установках) очевидна и тщательный подсчет всех возможных условий, могущих появиться при эксплоатации, является необходимым. Между тем число лиц, достаточно знакомых со всеми условиями работы, возникающими при такого рода устройствах, невелико; часто лица, конструирующие такого рода устройства, не вполне отдают себе отчет, насколько серьезны, не только могущие возникнуть в случае аварии, условия работы, но даже и те условия работы, которые являются нормальными для такого рода установок. При конструировании устройств такого рода многочисленные, казалось бы на первый взгляд, мелкие и несущественные детали устройств части играют весьма существенную роль.

В тех случаях, когда телефонные линии идут параллельно высоковольтным линиям, они подвергаются электростатическим и электромагнитным влияниям, которые при близких расстояниях между линиями могут достигать очень высоких значений и сильно нарушать правильную передачу речи.

При нормальных условиях работы и при хорошо сбалансированной трехфазной цепи, электростатическое и электромагнитное влияния на обоих телефонных проводах получаются настолько одинаковыми, что в результате (при применении соответствующих устройств) результирующие токи производят сравнительно незначительное влияние на телефонную передачу речи; но при ненормальных режимах на линии передачи влияние линий передач всегда будет иметь место и может быть настолько сильным, что поведет к разрушению аппаратов и к несчастным случаям. Внешние атмосферные влияния при грозах дают влияния аналогичные влияниям линий передач при ненормальных режимах и потому защита от последних дает в то же время и соответственную защиту от первых.

В том случае, когда мы имеем дело с очень хорошо изолированными телефонными проводами, соответственным образом перекрещенными, результирующие потенциалы на обоих телефонных проводах будут иметь очень близкие по величине значения и потому между проводами будет существовать только очень незначительная разность потенциалов. В виду того, что вследствие очень большой чувствительности телефона, присутствие даже очень ничтожных разностей потенциалов между проводами телефонной линии может дать значительный шум в телефоне (независимо от абсолют-

ного значения потенциалов их по отношению к земле) вопрос о возможно полном сбалансировании линий играет первостепенную роль и заставляет производить перекрещивание телефонных проводов по возможности на более коротких участках—обыкновенно на каждой опоре. Для хорошей балансировки необходимо также обратить очень серьезное внимание на соответствующую изоляцию телефонных линий, т. к. самые незначительные токи утечки через изоляцию могут совершенно нарушить балансировку и дать сильный шум в телефоне, нарушив передачу речи.

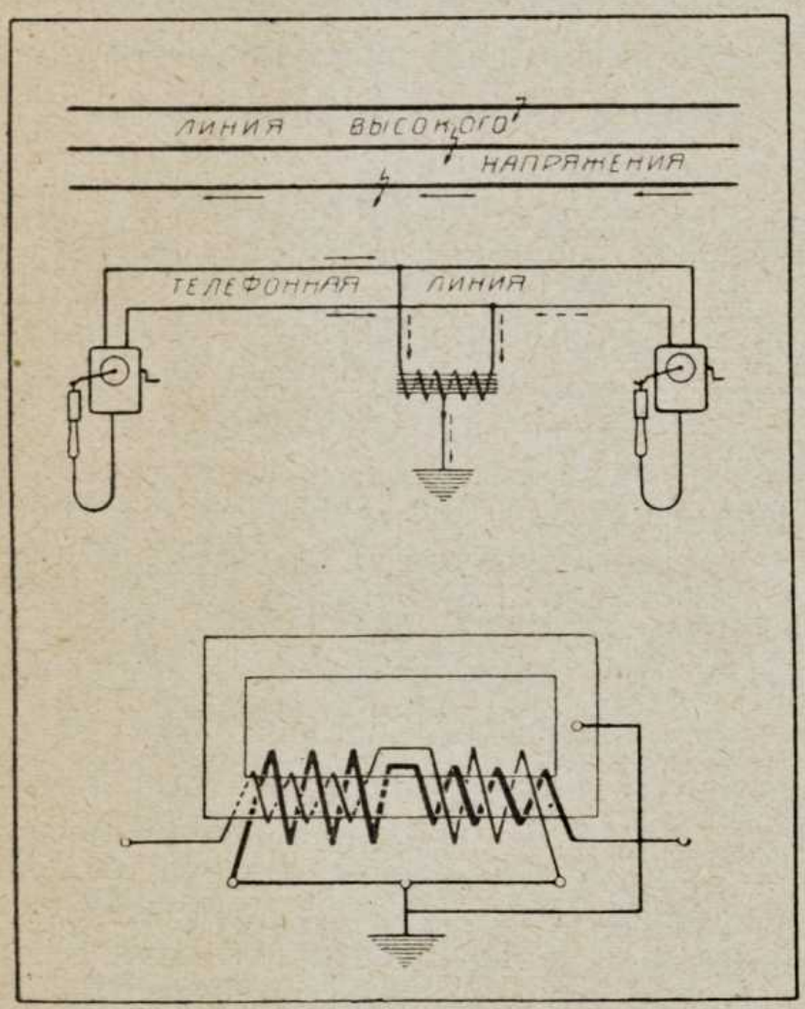



Рис 1.

Обычный способ, применяемый для понижения потенциала, получающегося на телефонных линиях, подвешенных на опорах, несущих провода высоковольтных линий, состоит в применении особых реактивных катушек, называемых иногда дренажными или отсасывающими катушками. Катушки эти имеют обмотку, хорошо изолированную от железного сердечника, причем середина обмотки соединяется с землей, а концы обмотки присоединяются к проводам телефонной линии (рис. 1). В виду того, что при нормальной работе линии передачи токи, проходящие по обмоткам дренажных катушек, могут достигать значительных величин, размеры обмоток этих катушек должны строго соответствовать условиям их работы и зависеть от напряжения высоко вольтных линий, взаимного расположения проводов телефонныхлиний и проводов высоковольтных линий, частоты их размещения, т. е. расстояния между, пунктами присоединения их к телефонной линии и т. п.

Для того, чтобы дать ясное представление о тех величинах, с которыми приходится иметь дело в подобных случаях, ниже при-

ведены данные для установки, выполненной General Electric C° для Georgia Railway & Power C° (U. S. A.)

Напряжение линий передач 110 kV.; на опорах 2 трехфазных линий внизу подвешены два телефонных провода на расстоянии 3 m от нижних проводов линии передачи. Длина линии от генераторной станции в Tallulah Falls до главной подстанции в Atlanta—145 km, причем приблизительно по середине между этими пунктами находится подстанция Gainesville. При наличии двух отсасывающих катушек в Atlanta и Gainesville, токи в них при напряжениях на линии 110 kV и 50 kV достигали соответственно:

| | | |
|---|---|---|
| Линейное напряжение | 110 000 V | 50 000 V |
| Ток в земляном соединении отсасывающей катушки, помещенной на подстанции в Atlanta | 1,0 A | 0,6 A |
| Ток в земляном соединении отсасывающей катушки, помещенной на подстанции в Gainesville | 2,6 A | 1,15 A |

Напряжения между телефонной линией и землей при наличии высокого напряжения на северной трехфазной линии при опытном присоединении отсасывающих катушек в Atlanta и Gainesville были следующие:

| | | |
|---|---|---|
| Линейное напряжение | 110 000 V | 50 000 V |
| в Atlanta | 0,0 » | 0,0 » |
| в Gainesville | 31 » | 8 » |
| в Tallulah | 234 » | 100 » |

Окончательно были поставлены отсасывающие катушки в трех вышеуказанных пунктах, и этого оказалось достаточным для правильного функциоонирования линии связи. Размер катушек соответствует 15 kW трансформаторам с обмоткой на 2 200 V. Максимальные напряжения, которые индуктировались при разных условиях на телефонных линиях по отношению к земле, измеренные при помощи трансформатора напряжения, оказались по величине нижеследующими: в том случае, когда напряжение было дано на одну из линий передач, измеренное напряжение оказалось равным 5 600 V (вместо расчетного 5 700 V); при наличии высокого напряжения на верхнем проводе одной из трехфазных цепей индуктированный потенциал между телефонной линией и землей составлял 5 100 V, анологично, при наличии высокого напряжения на среднем проводе, потенциал между телефонной линией и землей

был равен 7 200 V, а при наличии высокого напряжения на нижнем проводе, потенциал телефонной линии относительно земли равнялся 10 000 V.

В том случае, когда высокое напряжение было приложено к обеим линиям передачи, соответственные потенциалы для аналогичных случаев получились равными 9 300 V, 13 100 V и 18 200 V.

Внезапные изменения режима в линиях передачи (как, например, при включениях и выключениях, при появлении заземле-

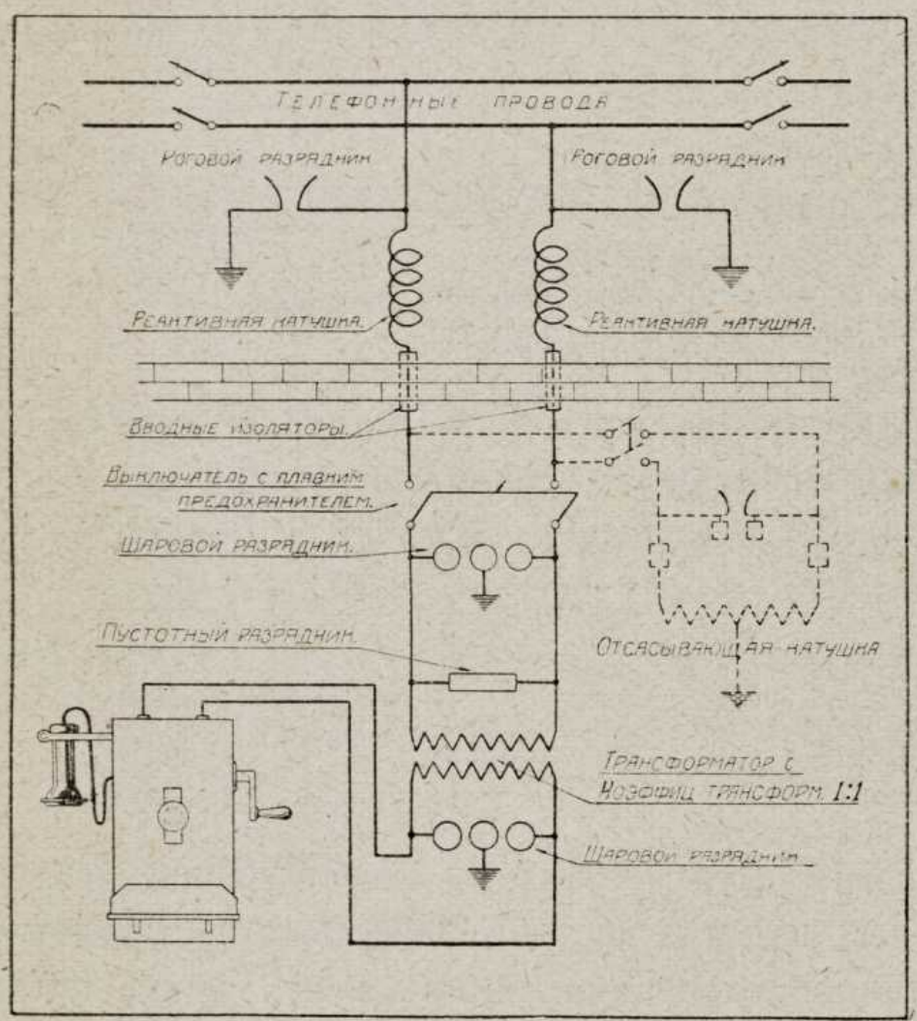



Рис. 2.

ния, особенно с дуговыми разрядами, при грозовых разрядах) производят на сбалансированную телефонную линию эффекты, выражающиеся во внезапном повышении напряжения на проводах линии связи до высоких значений, тем больших, чем большее имеется нарушение балансировки. В виду того, что такие нарушения режима происходят с очень большой скоростью, то отсасывающие катушки, хотя и обладающие небольшой самоиндукцией, представляют для такого рода изменений большое полное сопротивление и потому для отвода такого рода индуктированных напряжений

необходимо иметь другие приспособления в виде разрядников того или другого типа или параллельно включенных нескольких типов их. На рис. 2 изображено включение роговых, шаровых и пустотных разрядников.

Что касается до изоляции телефонных линий, то на установке Georgia Railway & Power C° пришлось остановиться на двух подвесных изоляторах того же типа, который применен для изо-

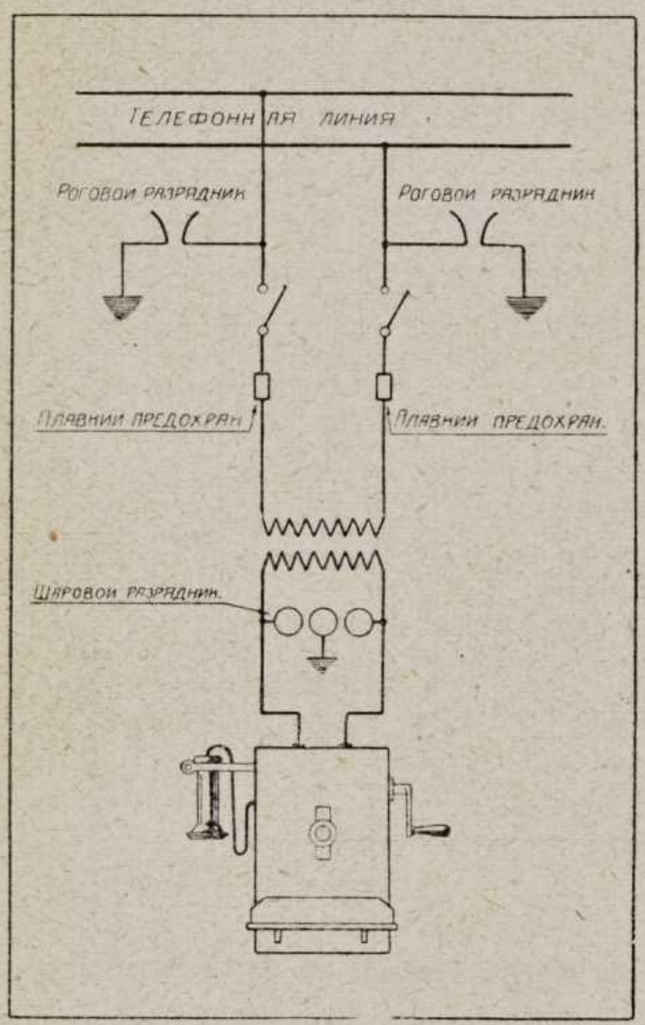



Рис. 3.

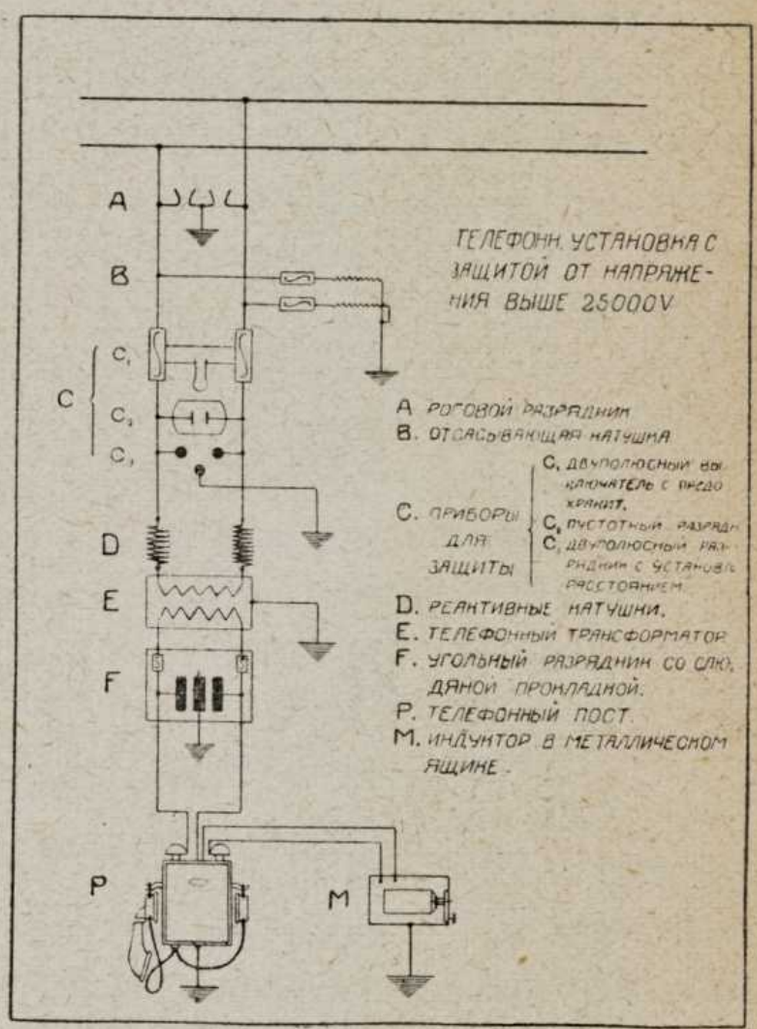



Рис. 4.

ляции самой высоковольтной линии. Таким образом оказалось возможным произвести испытание телефонной линии со всеми аппаратами напряжением 60 000 V относительно земли, причем в результате получилось только перегорание предохранителей, служащих для отделения аппаратов установки от телефонных линий (рис. 2 и 3).

Схемы включения аппаратов и схемы защиты, применяемые в системах Thomson—Huston и Siemens и Halske аналогичны (см. рис. 4 и 5). Имеющиеся на чертежах указания в достаточной мере поясняют как расположение отдельных частей по отношению друг к другу, так и их назначение.

Важнейшим требованием, которое должно предъявляться к такого рода телефонным устройствам, защищенным от влияния высоковольтной цепи, является возможность соприкосновения между высоковольтной и телефонной линиями без вреда для последней, причем испытание нормально продолжается одну секунду. Время, затрачиваемое после такого испытания на приведение всего телефонного устройства в состояние, пригодное для эксплоотации, не должно превышать 10—15 минут. В виду того, что до сгорания предохранителей, отделяющих телефонный трансформатор от высоковольтной линии, через отсасывающую катушку

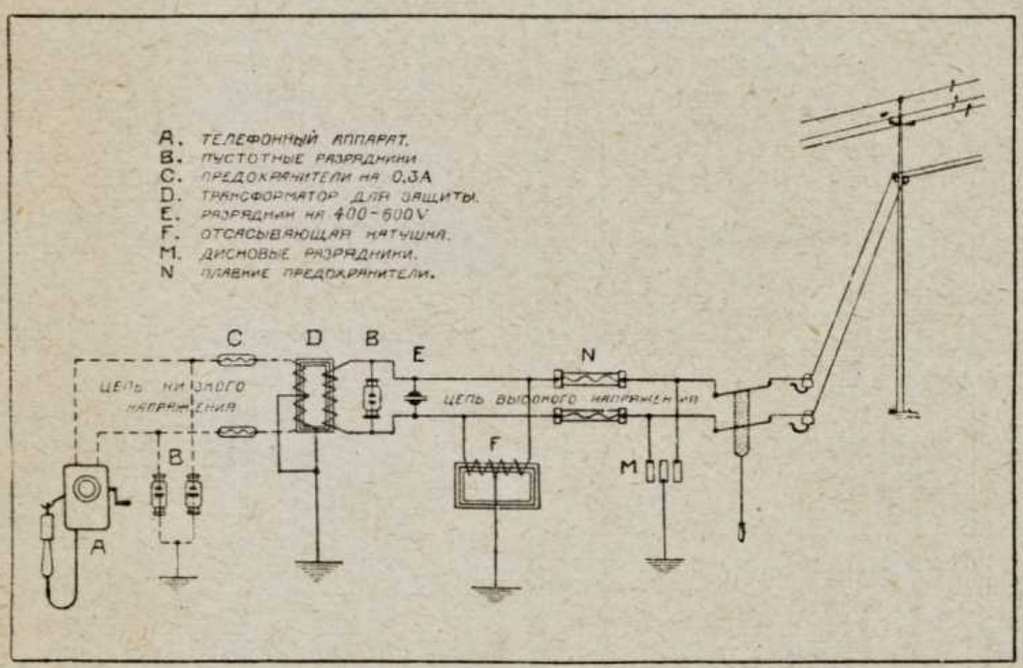



Рис. 5.

должен проходить значительный ток, сечение провода, из котораго она изготовлена, должно быть таково, чтобы не произошло значительного его перегрева ранее перегорания вышеуказанных предохранителей. Одним из существенных элементов защиты установки являются дисковые или шаровые (роликовые) разрядники, помещаемые перед плавкими предохранителями; назначение их двоякое; при обычных перенапряжениях, не опасных для установки, они служат для замыкания токов на землю, причем в этом случае между дисками, соединенными с проводами телефонной линии и диском, соединенным с землей, проскакивает искра. В том случае, если в телефонную линию попадает по тем или другим причинам высокое напряжение, по величине приближающееся к опасным для установки значениям, происходит длительный разряд через данный дисковый разрядник, в результате которого происходит сплавле-

ние дисков разрядника с замыканием телефонных проводов на землю.

Кроме вышеуказанных защитных приспособлений имеются еще разрядники, помещенные между телефонными проводами и служащие для выравнивания потенциалов перенапряжений, появляющихся между проводами связи. Телефонные аппараты отделены от телефонной линии при помощи трансформаторов с коэффициентом трансформатора, обычно равным 1 : 1, причем обе обмотки очень тщательно изолированы друг от друга. Изоляция обмоток друг по отношению к другу должна быть испытана на напряжение, равное напряжению высоковольтной линии по отношению к земле.

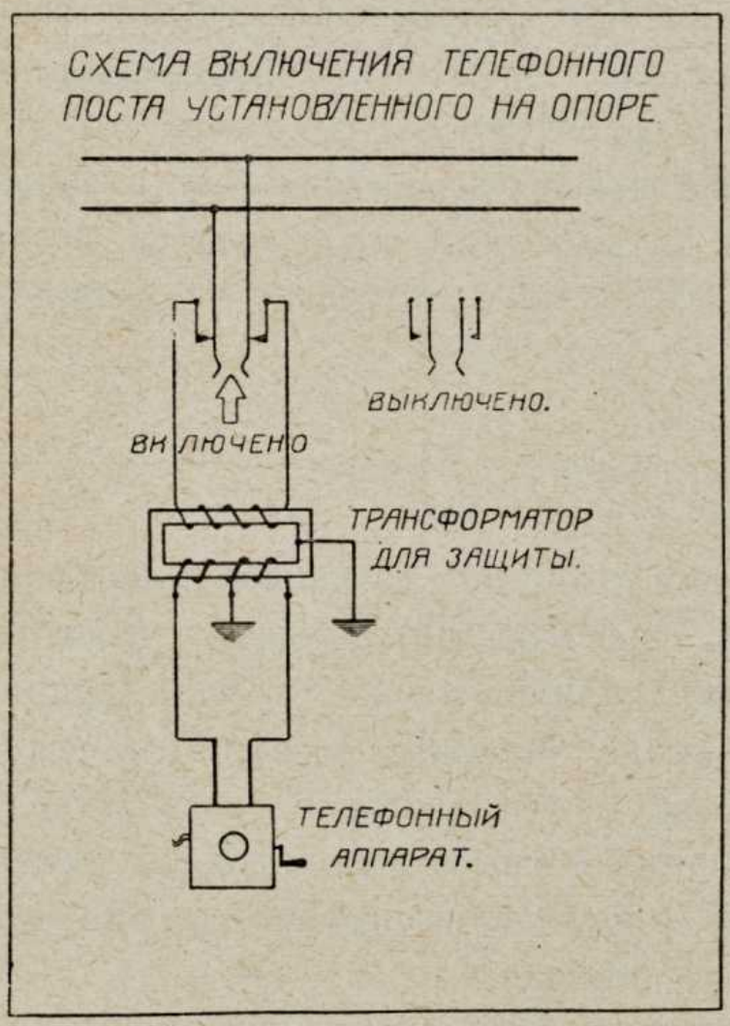



Рис. 6.

Естественно, что такого рода телефонные устройства должны представлять чрезвычайно дорогие сооружения, особенно при сетях большого протяжения с очень высоким рабочим напряжением, и потому в последнее время они вытесняются более дешевыми устройствами, работающими при помощи токов высокой частоты, приближающимися по своей надежности в эксплоатации к только что описанным устройствам.

Телефонные линии, подвешенные на высоковольтных опорах применяются для установок до 10 000 V. Они являются, вообще говоря, очень надежными в эксплоатации (по мнению многих авторитетных специалистов—наиболее надежными), дают возможность иметь разветвленную сеть, позволяют легко присоединяться на линии во время осмотра и ремонта, для чего на ряде опор делаются ответвления, снабженные специальными приспособлениями для присоединения переносных трансформаторов с телефонными аппаратами (рис. 6).

Для облегчения отыскания повреждений на телефонной линии и для проверки ее состояния, в некоторых местах, обычно на опорах, помещаются особые посты, позволяющие вести из этих мест переговоры, а также производить в этих пунктах деление телефонной линии на отдельные переговорные друг от друга участки. Для подвески такого рода телефонных линий обычно применяют бронзовый провод диаметром около 3 mm для пролетов до 140 m и стальной хорошо гальванизированный кабель сечением 10 $mm^2$ для пролетов от 140 до 200 m.

Наиболее частыми помехами при применении такого рода устройств, вызывающими короткие перерывы в эксплоатации, являются частые сгорания предохранителей. В виду того, что замена сгоревших предохранителей новыми не представляет никаких затруднений и при небольшой их стоимости производится очень быстро, — этот недостаток вышеуказанных устройств не является сколько-нибудь серьезным.

## Радиотелефонная связь.

Применение радиотелефонных станций с обычными передающими и приемными антенами, несмотря на большую простоту всего устройства по сравнению с применением тех же станций, но с использованием проводов линий передачи, может быть рекомендовано лишь в исключительных случаях; такого рода устройства могут дать решение вопроса о связи при проходе линий передач через мало населенные и мало доступные местности, особенно во время постройки линий передач.

Особенно ценным при постройке линий может оказаться применение подвижных радиотелефонных станций в тех местностях, где отсутствуют всякого рода другие виды связи. Для получения надежной связи при применении такого рода радиостанций, мощность их должна быть во много раз выше по сравнению с мощностью телефонных станций, работающих токами высокой частоты, распространяющимися по проводам линий передач. Необходимо также считаться при их применении с тем, что во время гроз и сильных атмосферных возмущений работа такого рода станций может быть сильно затруднена, а иногда и совсем прекращаться. Сделанные в этом отношении опыты французской компанией

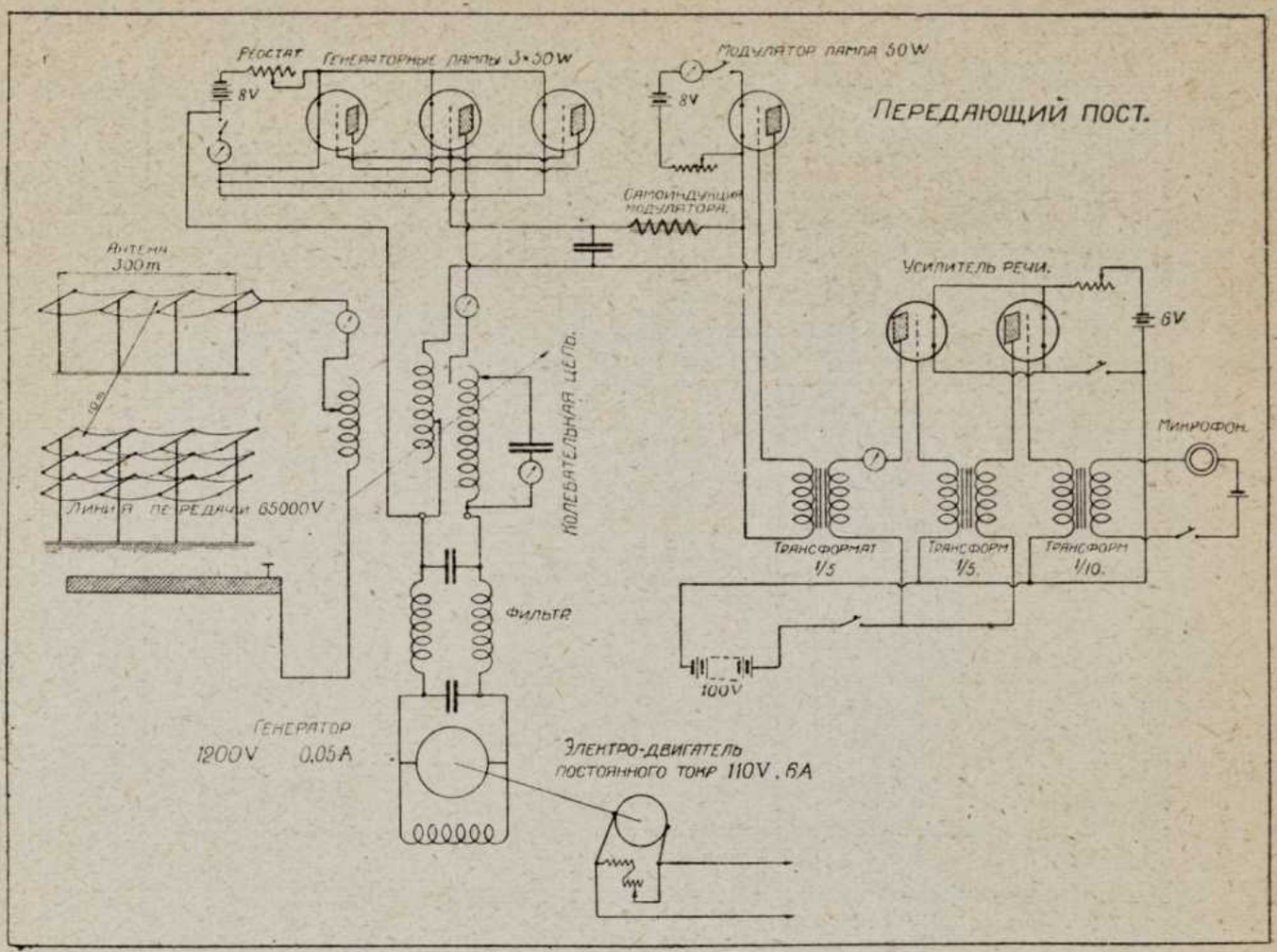

Реостат
Генераторные лампы 3×50W
8V
Модулятор лампа 50W
8V
Передающий пост.
Самоиндукция модулятора.
Антена 300m
Усилитель речи.
6V
Колебательная цепь.
Микрофон.
Линия передачи 65000V
Трансформат 1/5
Трансформ 1/5.
Трансформ 1/10.
Фильтр
100V
Генератор 1200V 0,05A
Электро-двигатель постоянного токр 110V. 6A

Рис. 7.

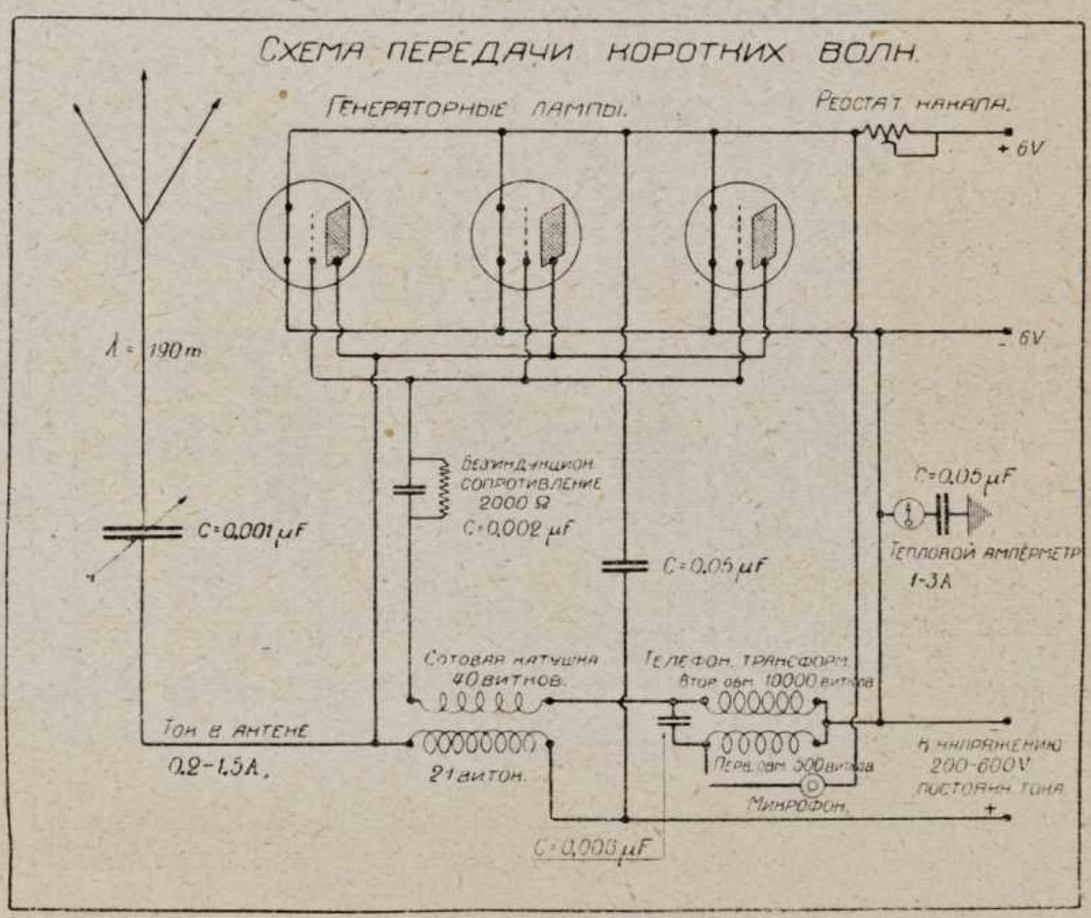


Схема передачи коротких волн.
Генераторные лампы.
Реостат накала.
+ 6V
- 6V
λ = 190m
Безиндукцион сопротивление 2000 Ω
C=0,002 μF
C=0,001 μF
C=0,05 μF
C=0,05 μF
Тепловой амперметр 1-3A
Сотовая катушка 40 витков.
Телефон. трансформ.
Втор. овм. 10000 витков
Ток в антене 0,2-1,5A.
21 виток.
Перв. овм. 500 витков
К напряжению 200-600V постоянн. тока
Микрофон.
C=0,006 μF

Рис. 8.

Société Française Radioélectrique между электрическими станциями

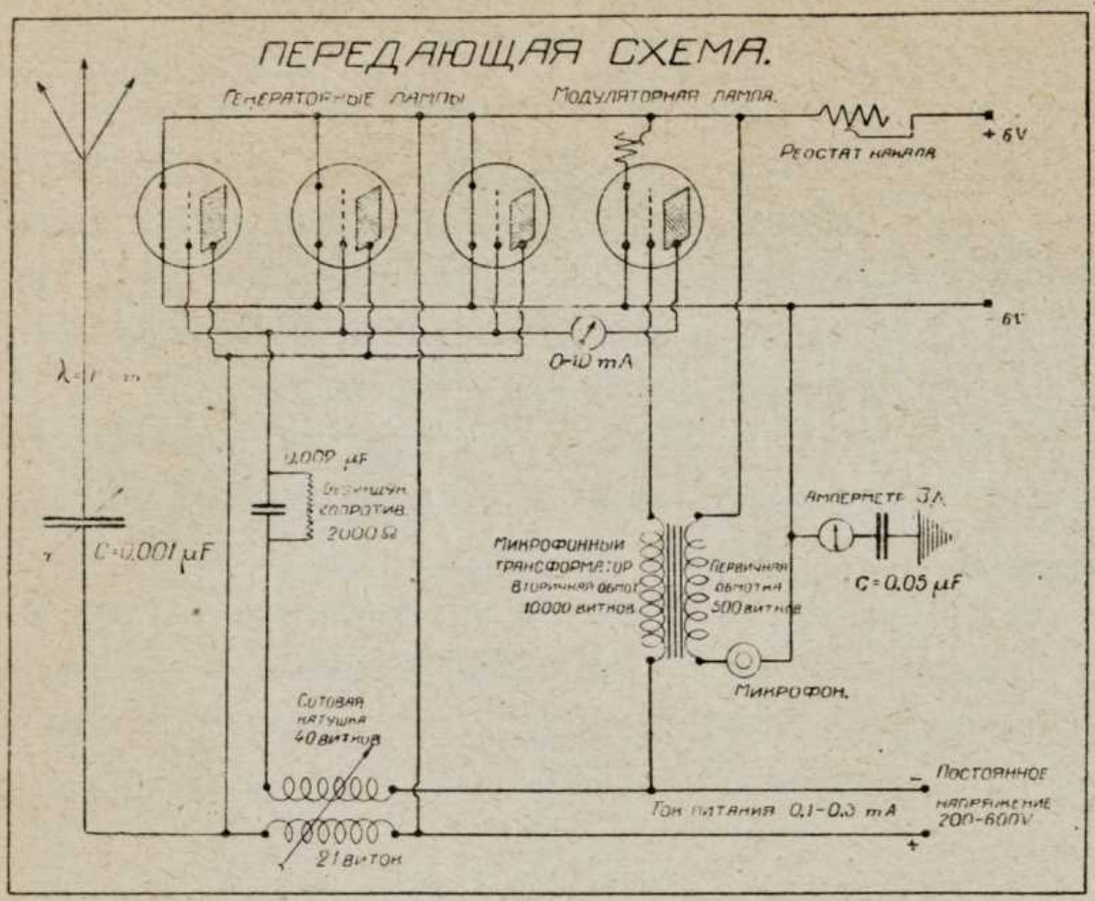
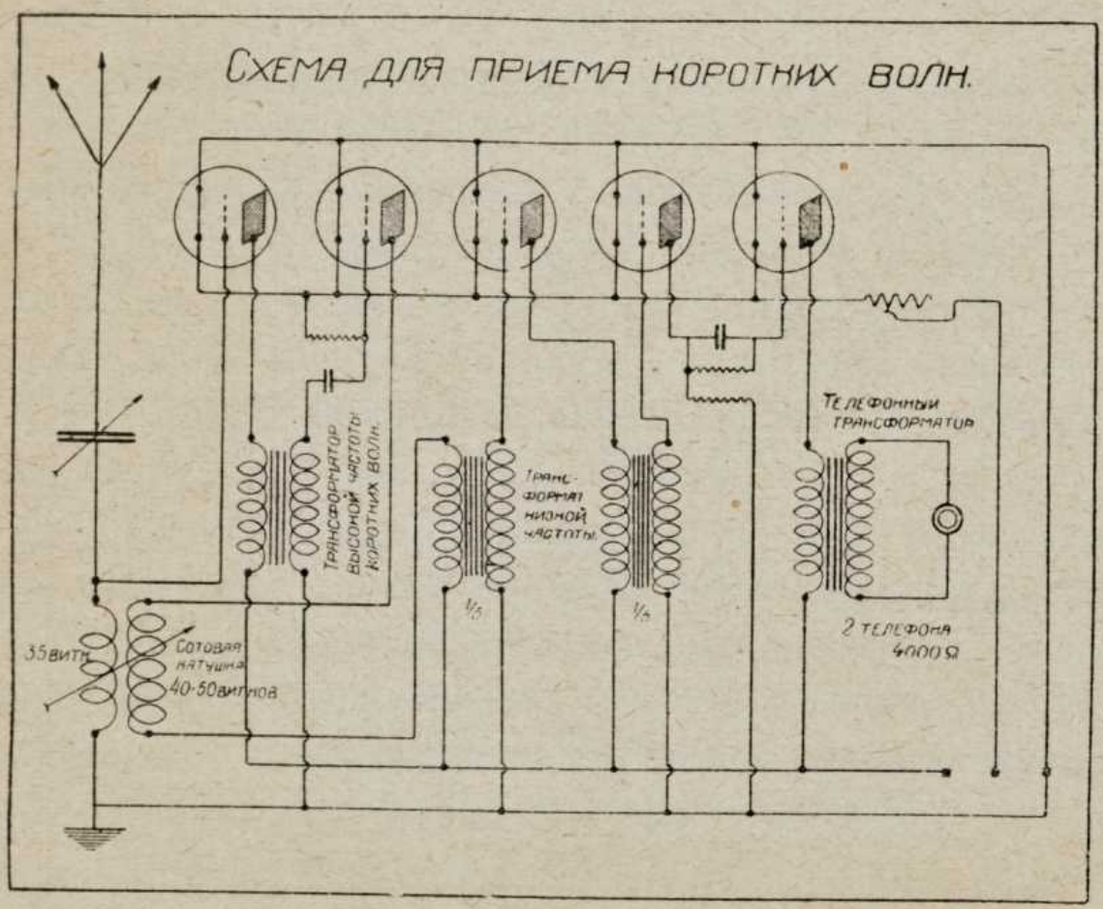



Рис. 9.




Иис. 10.

в Levallois и Centrale de Creil дали следующие результаты: выбор рабочей длины волны и системы антен должен определяться мест-

ными условиями и предварительными испытаниями, так как при некоторых длинах волн и неподходящей форме антен может про-

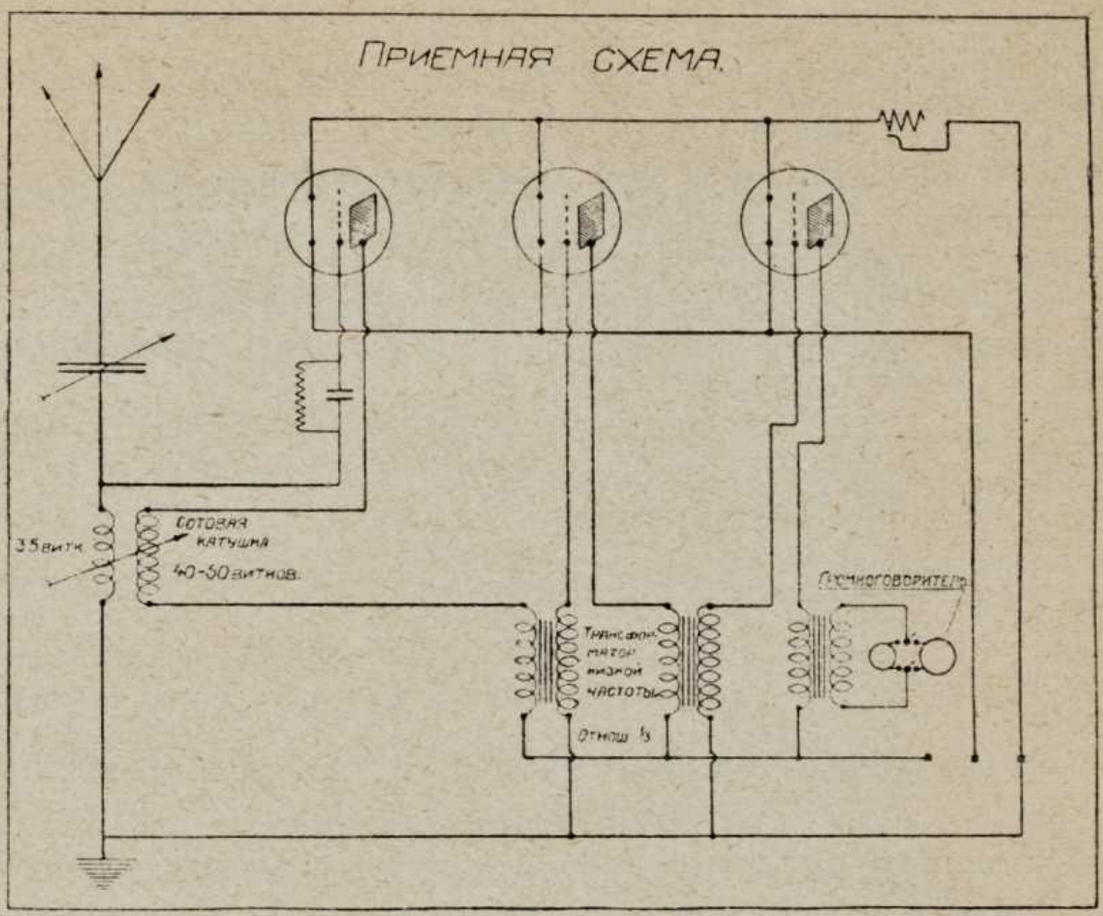



Рис. 11.

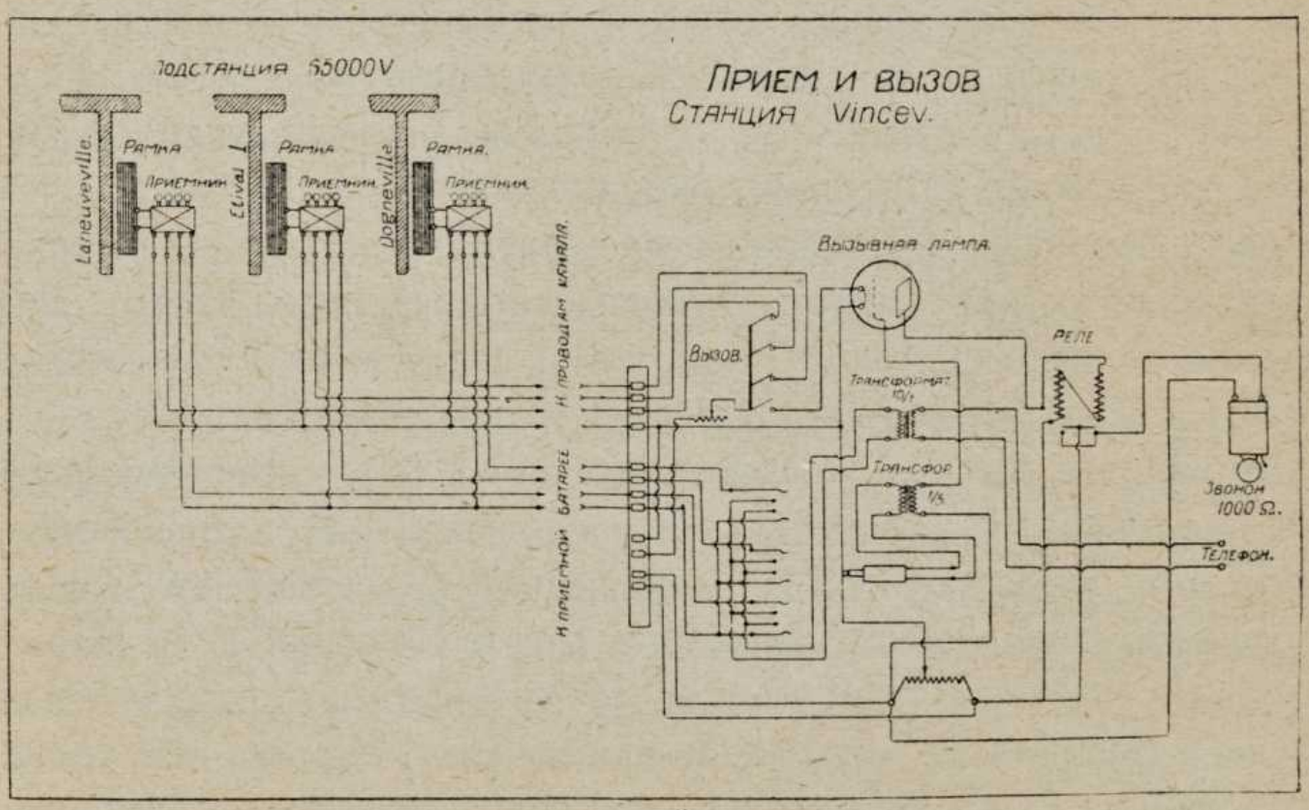



Рис. 12.

исходить настолько сильное поглощение энергии высокой частоты в близ расположенных металлических частях, что связь окажется

или совсем отсутствующей или очень ненадежной. При соответствующем выборе длин волн и достаточной мощности получается достаточно надежная связь, но, вообще говоря, на сравнительно небольших расстояних; серьезным недостатком такой системы является то обстоятельство, что связь не является дуплексной, т.-е. требует переключения при переходе с передачи на прием и обратно. Анкета, предпринятая согласно решения II Парижской Конференции по линиям высокого напряжения, дала ответы не благоприятствующие принятию этой системы, как нормальной для связи.

На рис. 7, 8, 9, 10, 11 и 12 изображены схемы передающих и приемных устройств, принятых для связи на некоторых французских установках.

## Телефония токами высокой частоты по проводам линий передач.

Перейдем к рассмотрению телефонии по проводам высокого напряжения при помощи токов высокой частоты. Способ этот, несмотря на сравнительно короткий срок своего применения на практике, получил уже очень широкое распространение. Еще на Парижской Конференции 1921 года было признано, что: «для сообщения между центральными станциями и подстанциями или между несколькими станциями, работающими на общую сеть, способ беспроволочной телефонии посредством волн, распространяющихся по проводам, следует рекомендовать, как наилучший». Результаты применения такого рода связи, полученные в промежутке между I и II Парижскими Конференциями, оказались настолько хорошими, что на II Конференции такой вид связи был признан наилучшим. С целью дальнейшего развития и усовершенствования этого вида связи на II Конференции была избрана особая специальная комиссия под председательством инженера E. O. Meyer, Директора Общества «L'Electricité de Strassbourg», которой было поручено собирать сведения, касающиеся этого нового вида связи.

Телефония с помощью токов высокой частоты, использующая для распространения телефонных токов провода, передающие электрическую энергию, представляют ряд преимуществ, на которые необходимо обратить внимание.

1. Затраты на устройство специальной телефонной линии отпадают.

2. Применение для передачи телефонных токов тех же проводов, которые передают энергию, делает такой вид проволочной связи особенно надежным с точки зрения перерыва эксплоатации вследствие обрыва проводов, так как коэффициенты прочности высоковольтных линий несравненно выше. чем коэффициенты прочности обычных телефонных линий.

3. Отсутствие перерывов в связи во время гроз, а лишь наличие в это время некоторых мешающих, но не опасных влияний.

4. Наличие связи при обрыве части проводов высоковольтной линии.

5. Безопасность эксплоатации, так как обычно исключена непосредственная связь между цепями телефонного поста и проводами линии передачи.

6. Сравнительная простота и надежность эксплоатации.

7. Сравнительная дешевизна устройства.

Главными недостатками данного вида связи являются:

1. Необходимость выяснения условий отражения волн и явлений интерференции в случае сложных сетей передачи, в связи с этим, необходимость определения на месте рабочих длин волн.

2. Некоторая сложность всего устройства при условии полной автоматизации управления.

3. Необходимость значительного увеличения мощности телефонных постов в случае наличия на линиях передач переключательных постов, разветвлений линий, промежуточных подстанций и т. п.

4. Необходимость компенсации влияния значительных изменений напряжения питания установки в случае применения переменного тока для питания нитей накала электронных ламп и выпрямленного трехфазного или однофазного токов для питания анодных цепей, вызываемая большой чувствительностью электронных ламп к изменениям напряжения питания.

5. Возможность ложного вызова телефонных постов во время гроз или других сильных возмущений электромагнитного характера на линиях передач.

Несмотря на то, что применение токов высокой частоты для многократной телефонии по проволочным линиям начиная с 1919 г.

получило широкое распространение, особенно в Америке, понадобилось еще несколько лет, прежде чем применение токов высокой частоты для сношений по проводам линий электропередач было выполнено вполне удовлетворительным образом. При практическом осуществлении данного способа телесношений пришлось встретиться с рядом технических трудностей, которые несколько задержали желательное быстрое введение во всеобщее употребление этой системы. Даже такое крупное электрическое общество, как General Electric C°, до 1925 г. не осуществило дуплексный разговор и только на конференции в Париже в июне 1925 г. представитель этой фирмы сообщил об осуществлении системы дуплекс, не давая еще в то же время каких либо сведений о деталях устройства. Другие фирмы дали решение этой технической задачи несколько раньше, но еще в 1925 году из дискуссии и заключительного слова докладчика по данному вопросу на Парижской Конференции инженера E. O. Meyer, видно, что для линий очень высокого напряжения при значительных расстояниях имеется ряд не вполне превзойденных технических трудностей. Несмотря на все вышеуказанное, на всех состоявшихся электротехнических конференциях, при обсуждении данного вопроса, признавались за этим способом телесношений выдающиеся преимущества по сравнению с другими способами связи. При этом всегда подчеркивалась необходимость для правильного полного решения данного важного технического вопроса самой тесной общей работы и взаимного содействия между теми организациями, которые занимаются разработкой и постройкой данных устройств, и теми организациями — электрическими обществами, которые пользуются данными устройствами.

Применяющиеся в настоящее время телефонные посты для телесношений помощью токов высокой частоты, распространяющихся по проводам линий передач, можно разбить на следующие две основные группы.

1. Устройства, использующие для дуплексного разговора токи двух различных основных частот.

2. Устройства, использующие для той же цели лишь токи одной основной частоты.

Большинство телефонных постов, установленных до настоящего времени, пользуются для дуплексного разговора двумя основными частотами, несмотря на чрезвычайную заманчивость вести дуп-

лексный разговор при помощи одной частоты; пользование для разговора одной частотой вызывает необходимость применения большого числа фильтров, что в некоторых случаях может создать значительные затруднения в выборе необходимой для сношений длины волны.

Как показали теоретические и экспериментальные исследования, наивыгоднейшие частоты электромагнитных колебаний, пригодные для случая телесношений помощью токов высокой частоты по линиям электропередач, лежат в пределах между 50 000 и 150 000 периодов в секунду. То обстоятельство, что при частотах ниже 10 000 периодов имеет место трансформация токов высокой частоты при помощи обмоток трансформаторов, а при частотах между 10 000 и 50 000 периодов могут иметь место условия резонанса (рис. 13), заставляет пользоваться для связи частотами, лежащими в вышеуказанных пределах (50 000—150 000 период.), несмотря на то, что частоты, лежащие ниже 50 000 периодов, являются более выгодными с точки зрения уменьшения ослабления энергии высокой частоты; при более высоких частотах происходит уже очень значительное ослабление энергии токов высокой частоты (рис. 14).

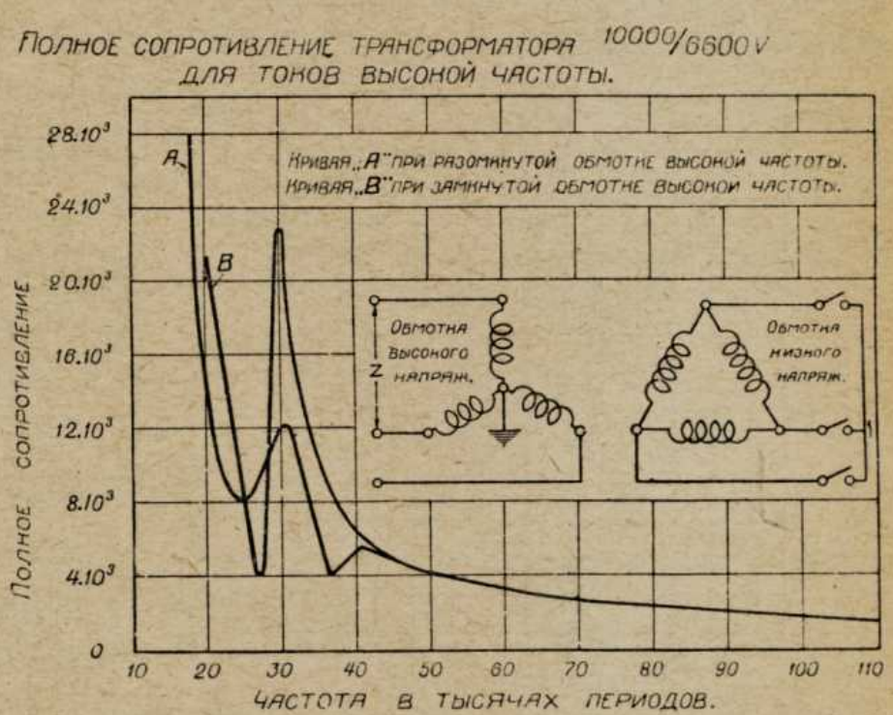



Рис. 13.

Для связи телефонного поста с линиями высокого напряжения пользуются двумя методами: связью 1) при помощи конденсаторов и 2) при помощи подвешенных вблизи проводов высокого напряжения проводов, несущих токи высокой частоты. В последнем случае расстояние между проводами высокого напряжения и проводами, несущими ток, высокой частоты и берется в пределах от 1 до 2—3 m, в зависимости от рабочего напряжения линий передач.

Таким образом, как в том, так и в другом случае связь осуществляется при помощи емкости.

Первый способ связи при помощи конденсаторов дает гораздо более действительную связь между обеими цепями и более мощную передачу энергии из одной электрической цепи в другую, но с одной стороны высокая стоимость конденсаторов (особенно для очень высоких напряжений) и с другой стороны—недостаточная надежность их в отношении пробоя заставляет в большинстве случаев останавливаться на втором способе связи, хотя и менее удовлетворительном, но зато более дешевом и при соответствующем устройстве защитных приспособлений не менее, а в большинстве случаев и более безопасном, чем первый способ. Для связи при помощи конденсаторов фирма Western Electric C° применяет разработанные фирмой Ohio Brass and Electric C° конденсаторы емкостью 0,003 μF. Размеры их следующие: диаметр кожухов 1,50 m, высота до верхушки изолятора 3,6 m; вес каждого из двух конденсаторов связи около 3,6 t.

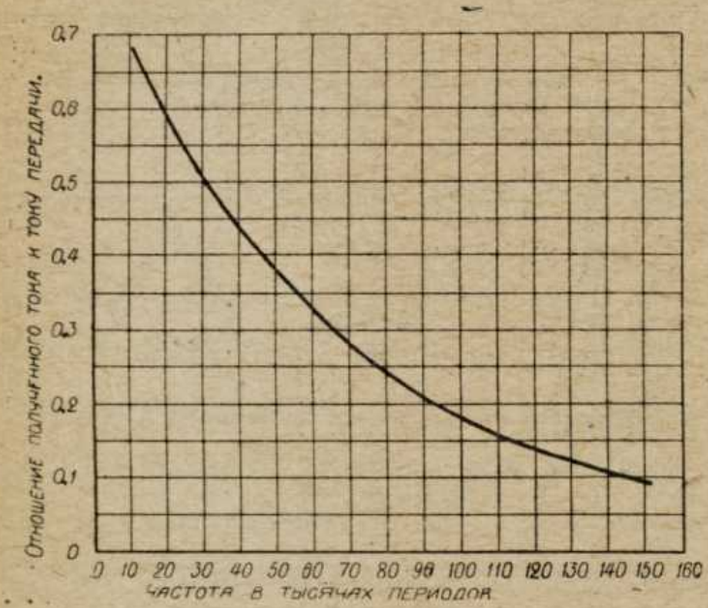



Рис. 14. Ослабление линии передачи, длиной в 160,9 km (100 миль).

Для связи при помощи параллельных линий высокого напряжения проводов применяют провода длиной 250—300 m, изолированные от земли при помощи штыревых или подвесных изоляторов на напряжение около 10.000—15 000 V. При выборе расположения проводов емкостной связи по отношению к проводам линий высокого напряжения и к земной поверхности наиболее желательным является расположение этих проводов в одной плоскости параллельно земной поверхности. Пользование одним проводом с заземлением не рекомендуется, так как такая система дает гораздо большее ослабление энергии по сравнению с системой из двух параллельных проводов. При применении двух параллельных проводов, расположенных в горизонтальной плоскости, получается система, не оказывающая сколько-нибудь заметного влияния на приемные устройства посторонних станций и почти не принимающая сигналов иных

станций, кроме тех, с которыми необходимо иметь сношения; происходит это потому, что электрическое поле излучения радиостанций обычно имеет почти вертикальное направление по отношению к земной поверхности и потому при своем распределении индуктирует в обоих проводах емкостной связи равные и противоположно направленные по отношению к приемным аппаратам э. д. силы. Такое расположение проводов, примененное впервые автором на Кожуховской подстанции в Москве еще в начале 1923 года, дало возможность избавиться от интерференции в отношении приема со стороны московских мощных радиостанций, несмотря на их очень близкое расположение и большую мощность излучения; точно также телефонный пост, расположенный на Главной понизительной подстанции в Ленинграде, не испытывает помех со стороны Ленинградской Широковещательной Радиотелефонной Станции. Возможность соприкосновения между проводами передачи энергии и проводами емкостной связи в случае обрыва тех или других или наличие электрического соединения между проводами линии высокого напряжения и телефонными постами при пробое конденсаторов связи (в случае их применения) заставляет принимать ряд мер защиты для уничтожения опасных последствий такого соприкосновения. На рис. 15—18 изображены схемы защиты, применяемые французской фирмой M. Latour (рис. 15), американской Western Electric C⁰ (рис. 16, 17) и ГФТРИ (рис. 18). Рис. 15 и 16 дают схемы защиты при применении конденсаторов для связи и рис. 17 и 18—при применении проводов антенн.

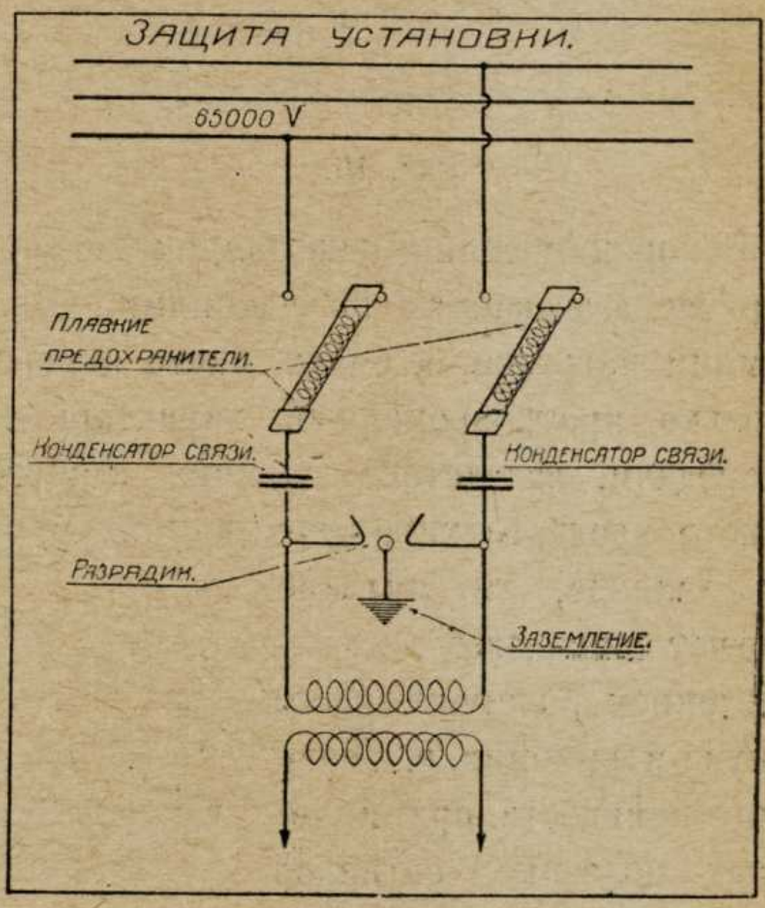



Рис. 15.

Как показывают и теоретическое и экспериментальное исследования, мощность, необходимая для получения телефонной связи

помощью токов высокой частоты между двумя пунктами, соединенными бронзовыми или медными проводами, при расстояниях до 100 km и даже выше, очень невелика и выражается десятыми и даже сотыми долями ватта; между тем обычно для связи между пунктами электропередач, расположенных даже на сравнительно близких расстояниях, приходится пользоваться гораздо большими мощностями передатчиков порядка десятков, а иногда и сотен ватт; столь значительное увеличение мощности передающих устройств вызывается, главным образом, необходимостью избавиться от влияния на прием тех нарушений нормальных режимов на линиях передачи, каковые всегда имеют место и которые дают начало шумам в приемнике; некоторые явления, как например явления коронирования проводов, имеют временами длительный характер; другие вызываемые включениями, выключениями и вообще изменениями нагрузки, а также чисто атмосферными влияниями,—имеют только кратковременный характер; в том случае, если на линии передачи, вследствие наличия слабого места, происходит разряд чисто местного характера, например, через поврежденный изолятор в гирлянде, это явление может сопровождаться появлением значительного шума в приемнике, и если интенсивность принимаемых полезных сигналов невелика, то в результате может получиться неудовлетворительная телефонная связь. Вышеуказанные причины заставляют увеличивать мощность передающих устройств настолько значительно, чтобы их влияние сколько нибудь существенным образом не сказывалось на надежности телефонной связи. Следует здесь обратить внимание на то, что при всякого рода авариях на линии, когда обычно влияние ненормальных режимов на приемнике особенно велико, наличие телефонной связи является особенно существенным и потому расчет мощности передающих устройств ведется

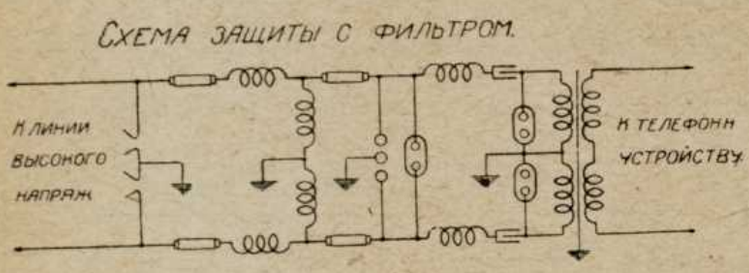



Рис. 16.

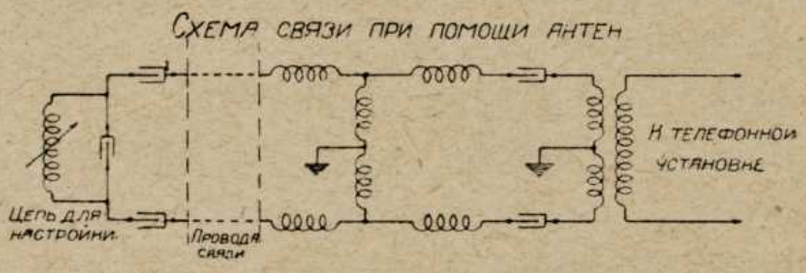



Рис. 17.

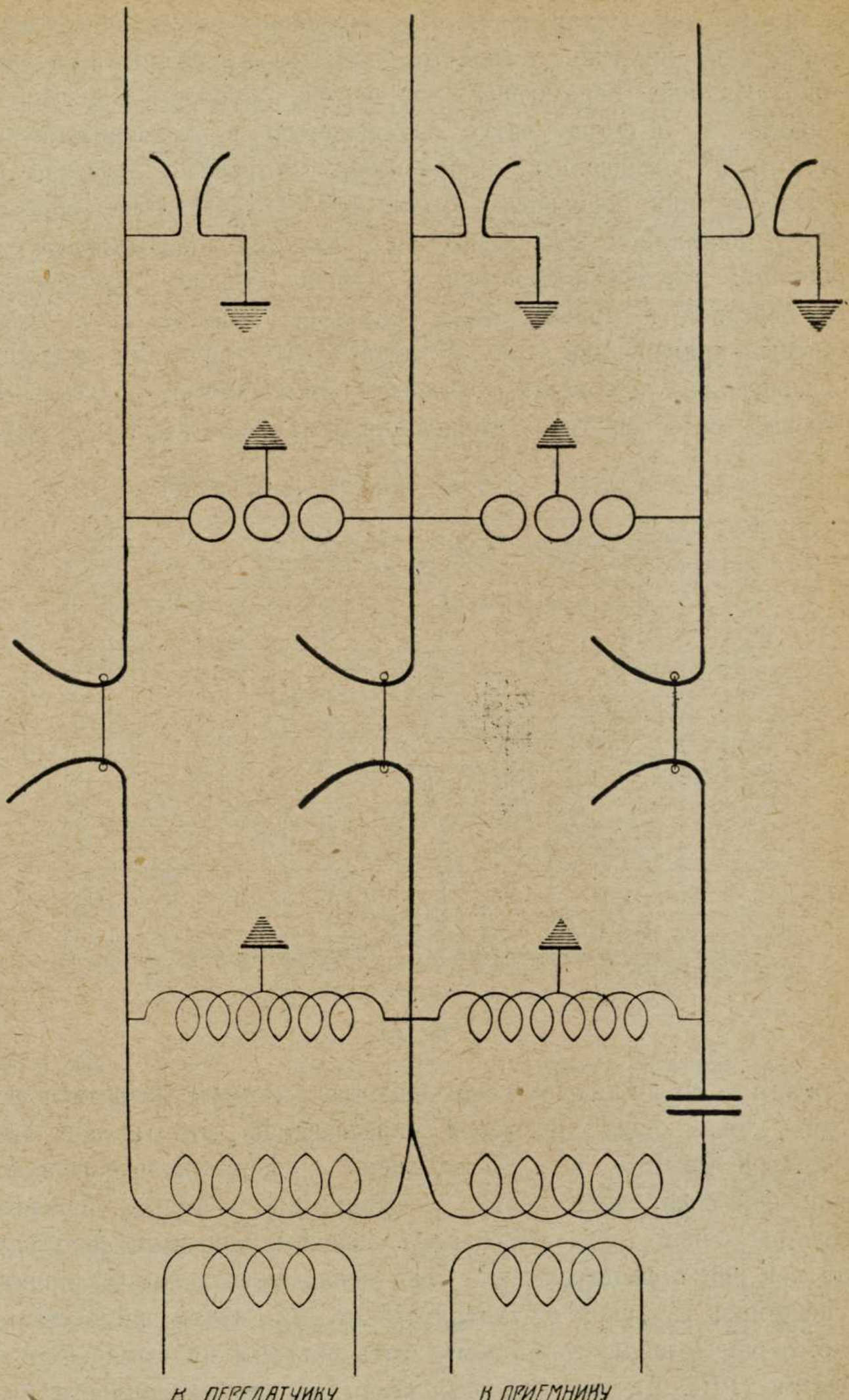



Рис. 18.

обычно на такие случаи жизни. При дуплексной системе связи передающие и принимающие устройства являются включенными одновременно. Наличие передающего устройства, мощностью в десятки, а иногда и в сотни ватт, находящегося в непосредственной близости по отношению к приемному устройству, обычно работающему при мощностях $10^5$ и $10^6$ V, заставляет обратить особое внимание на ослабление влияния передатчика на приемник, что осуществляется с одной стороны применением для передачи и приема токов различных частот и с другой стороны—применением соответственных электрических фильтров. В зависимости от местных условий применяется большее или меньшее число фильтров. Главнейшие типы фильтров, применяемые

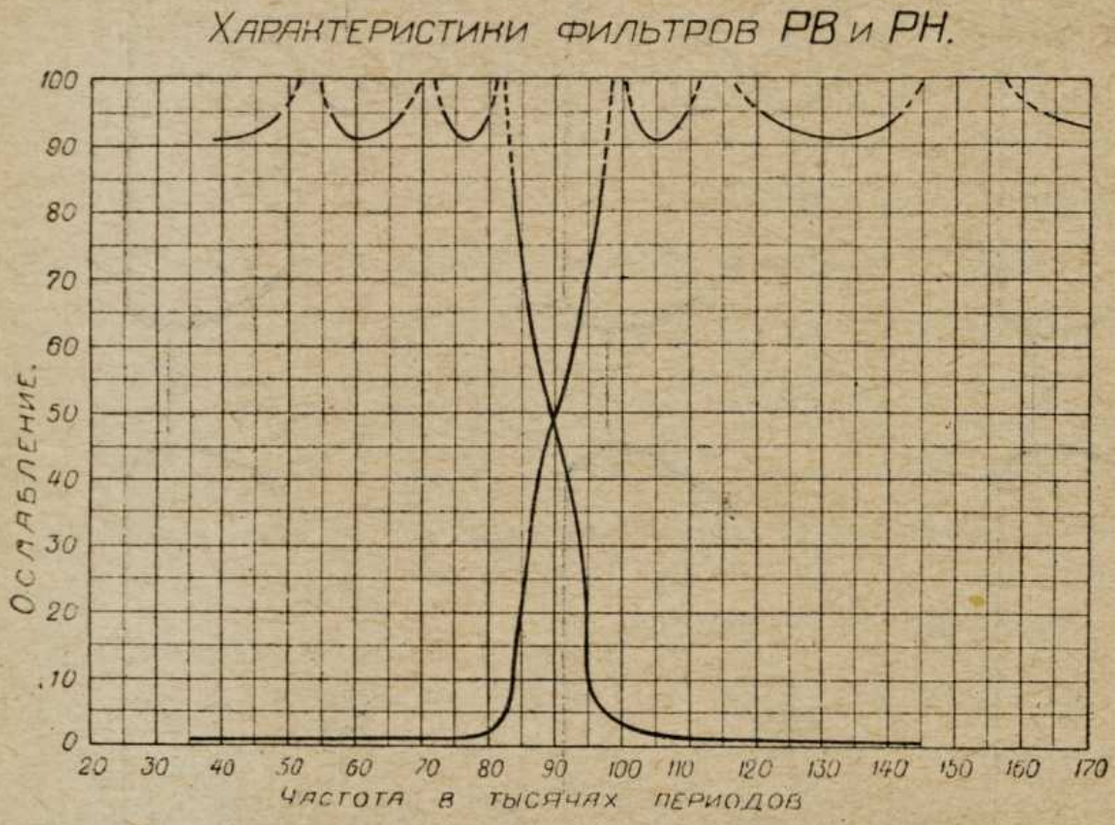



Рис. 19.

в такого рода установках,—это фильтры, которые позволяют проходить токам ниже некоторой определенной частоты или выше некоторой частоты, и в то же время в очень значительной степени остабляют токи частот, лежащих вне заданных пределов. Фильтры такого рода могут быть названы боковыми фильтрами, так как они отфильтровывают токи всех боковых частот, начиная с некоторой заданной; в зависимости от того, какую часть спектра частот они ослабляют, они могут быть названы правыми (РВ) или левыми (РН). На рис. 19 изображены кривые зависимости осла-

ления энергии при прохождении через такого рода фильтры, выраженные в единицах соответствующих ослаблению энергии в 1,26 раз или токов в 1,11 раз, что соответствует прохождению токов через нормальный (стандартный) кабель длиной в 1,06 английских миль; таким образом ослабление, соответствующее изображенному на чертеже около 90 единиц, соответствует ослаблению энергии приблизительно в $10^9$ или токов в $3{,}16 \times 10^4$ раз.

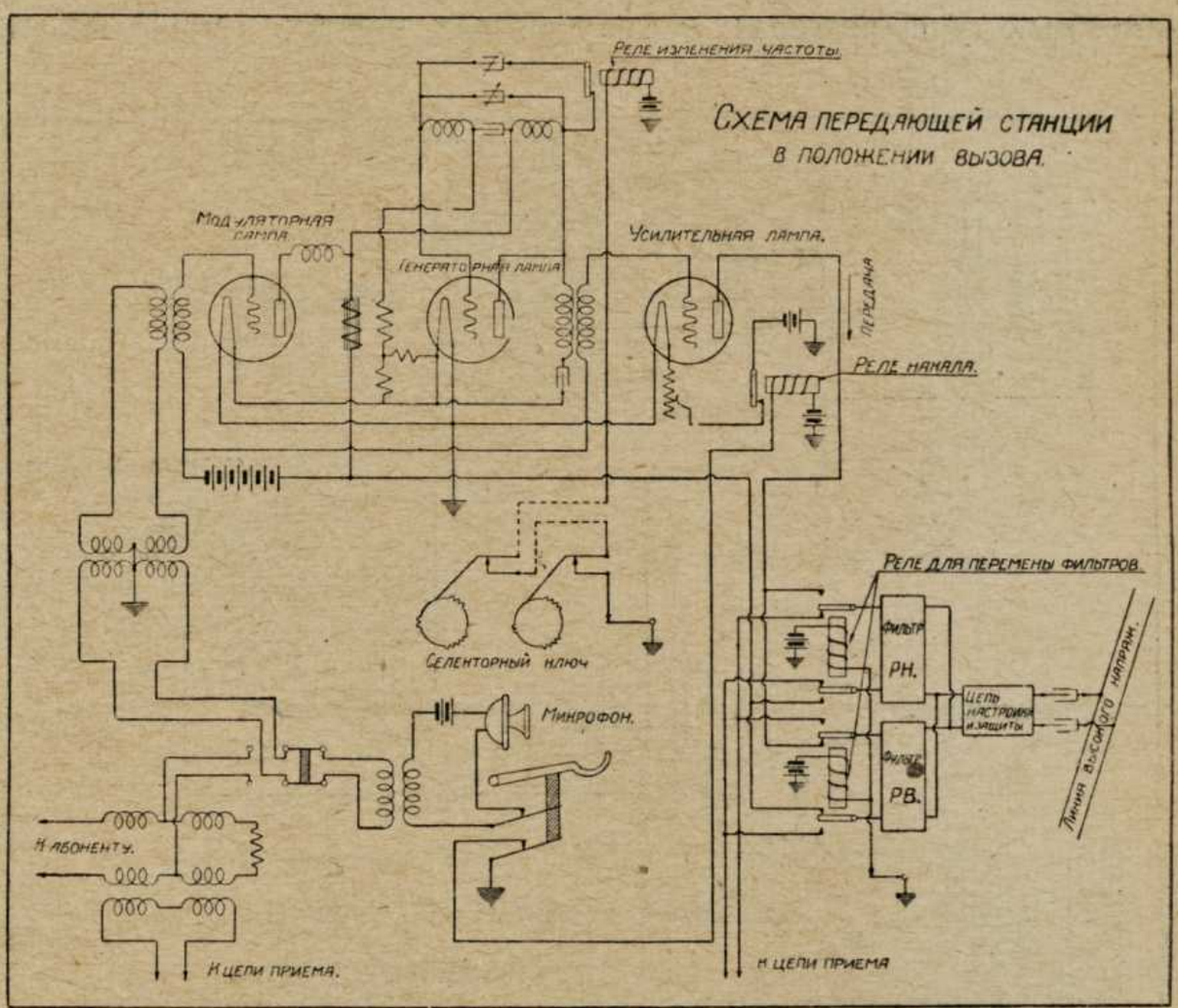



Рис. 20.

В некоторых случаях применяются фильтры, пропускающие некоторую определенную полосу частот той или другой ширины, в зависимости от заданных условий; при применении такого рода фильтров получается ослабление токов частот, лежащих вправо от некоторого значения и влево от некоторого другого значения частот, и пропуск токов частот, лежащих между этими пределами. Ниже приведены основные схемы ряда телефонных постов, разработанных в разных странах, именно: двух американских систем Western Electric C° (рис. 20 21 и 22) и Westinghouse Electric and Mfg. C° (рис. 23 и 24), одной немецкой—Telefunken (рис. 25),

французской M, Latour (рис. 26) и системы, разработанной в Государственном Физико-Техническом Рентгенологическом Институте (рис. 27 и 28).

Каждый телефонный пост состоит из:

1) источников тока, служащих для накала нитей ламп: передающих, приемных, усилительных и вызывных, и источников постоянного тока для питания анодных цепей в генераторных и приемных устройствах; в телефонных постах ГФТР Института

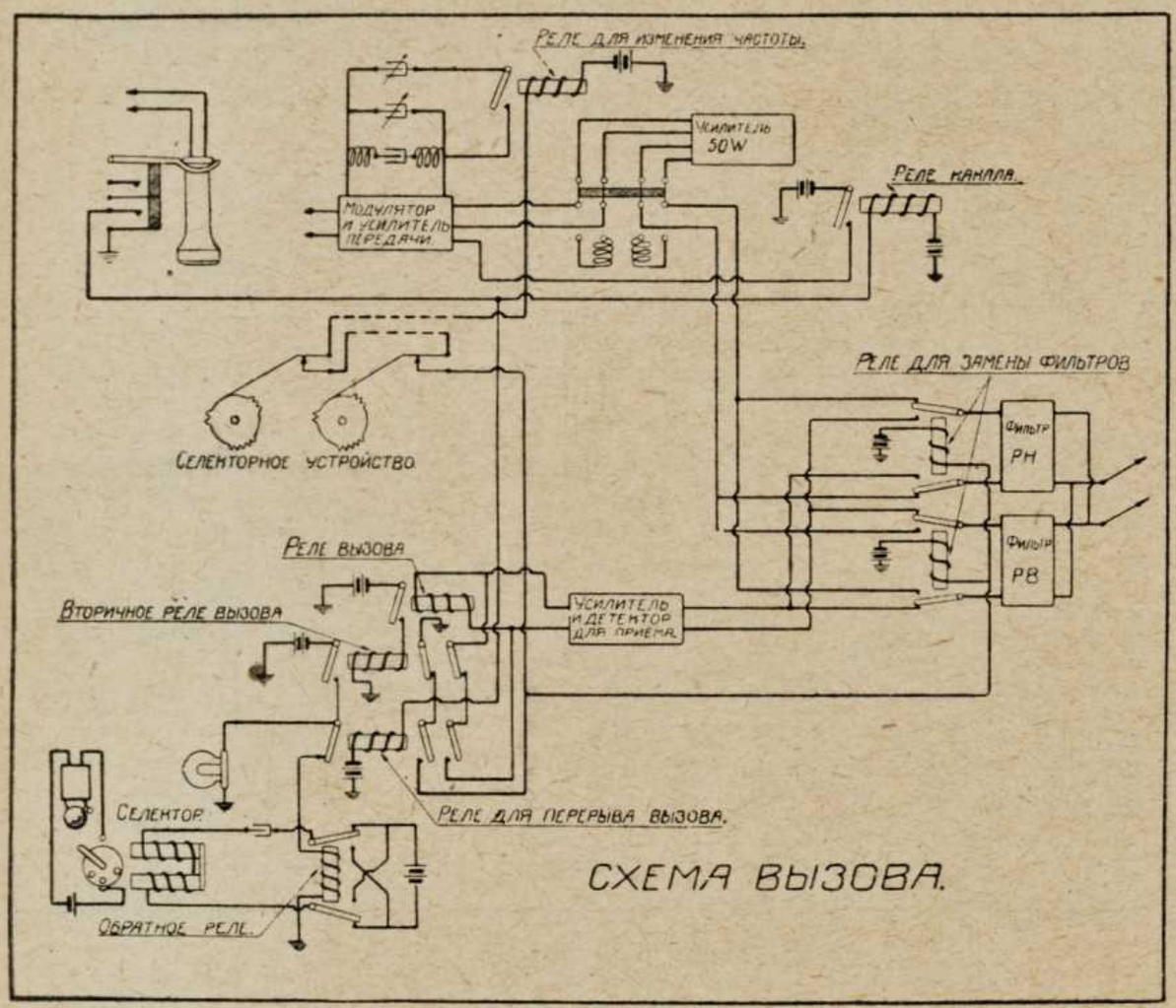



Рис. 21.

для питания анодных цепей применено выпрямление трехфазного тока при помощи кенотронной установки;

2) генераторного устройства, дающего возможность генерировать колебания одной или двух частот в зависимости от числа переговорных пунктов;

3) модуляторного устройства, позволяющего изменять мощность тока высокой частоты соответственно мощности и частоте речи;

4) приемного и усилительного устройств;

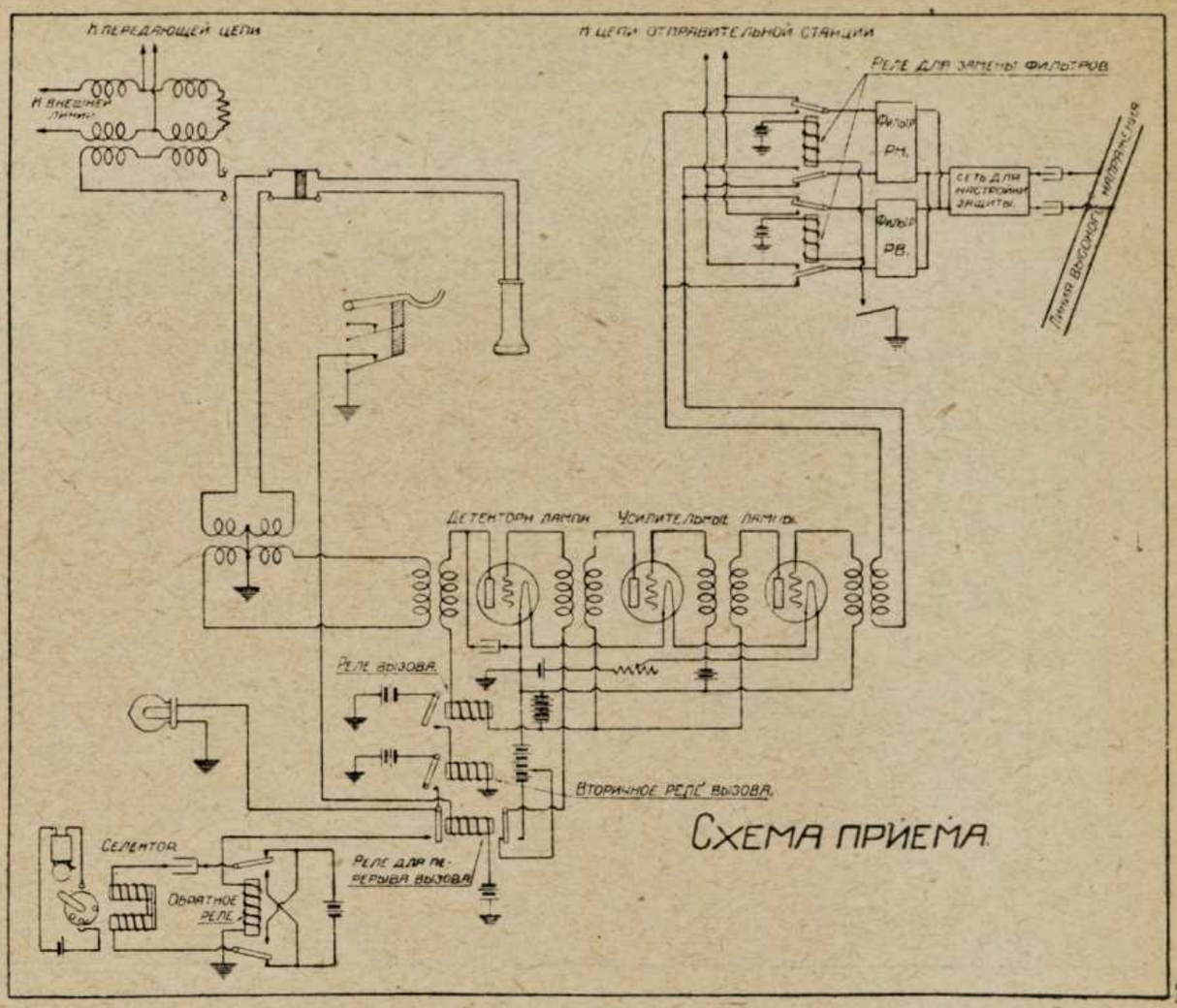

К передающей цепи
К внешней линии
К цепи отправительной станции
Реле для замены фильтров
Фильтр Рн.
Фильтр Рв.
Сеть для настройки защиты
Линия высокого напряжения
Детекторн лампи
Усилительные лампы
Реле вызова
Вторичное реле вызова
Селектор
Обратное реле
Реле для перерыва вызова
Схема приема

Рис. 22.

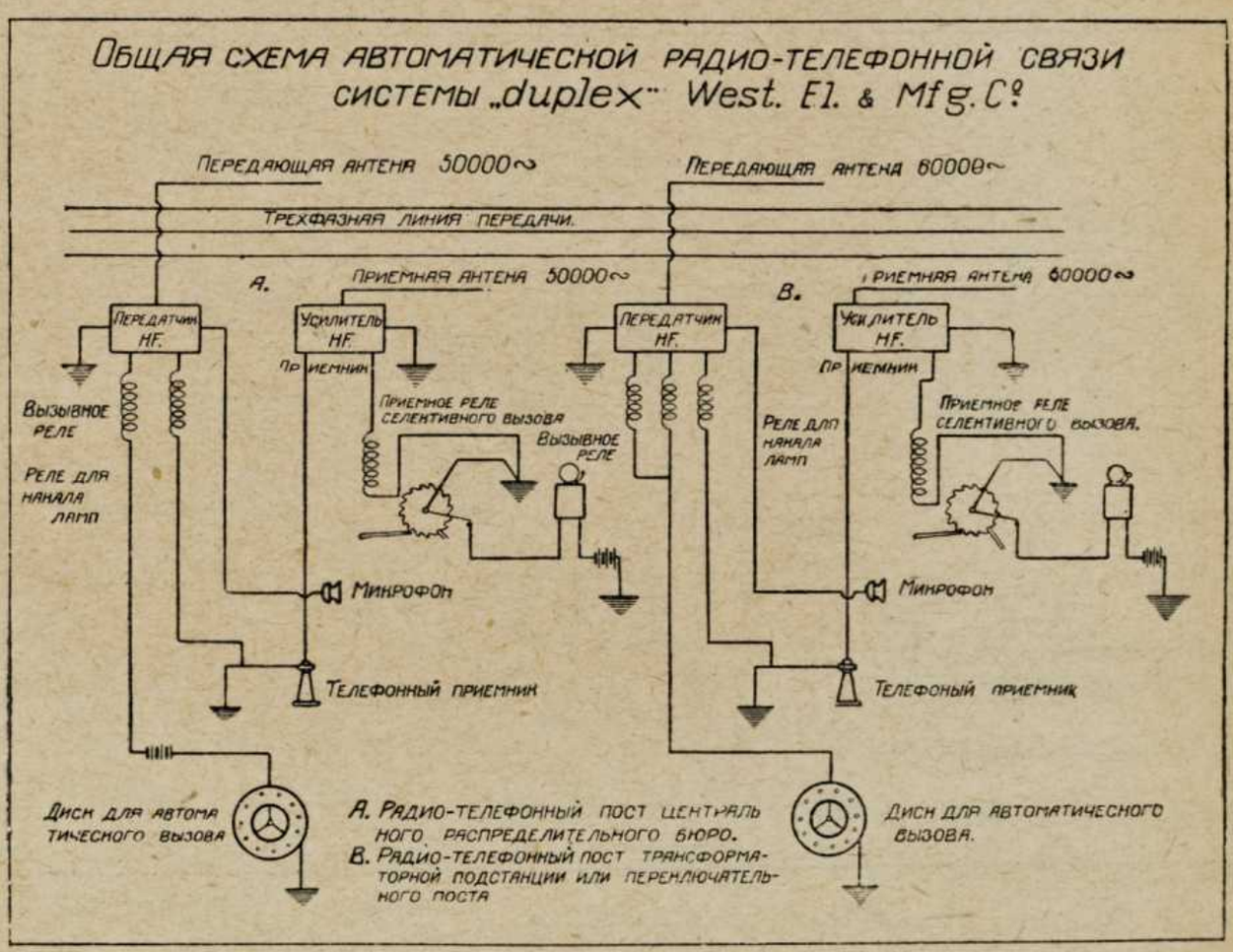

Общая схема автоматической радио-телефонной связи системы „duplex" West. El. & Mfg. C°
Передающая антена 50000~
Передающая антена 60000~
Трехфазная линия передачи.
A.
Приемная антена 50000~
B.
Приемная антена 60000~
Передатчик HF.
Усилитель HF.
Приемник
Вызывное реле
Реле для накала ламп
Приемное реле селективного вызова
Вызывное реле
Микрофон
Телефонный приемник
Диск для автоматического вызова
A. Радио-телефонный пост центрального распределительного бюро.
B. Радио-телефонный пост трансформаторной подстанции или переключательного поста

Рис. 23.

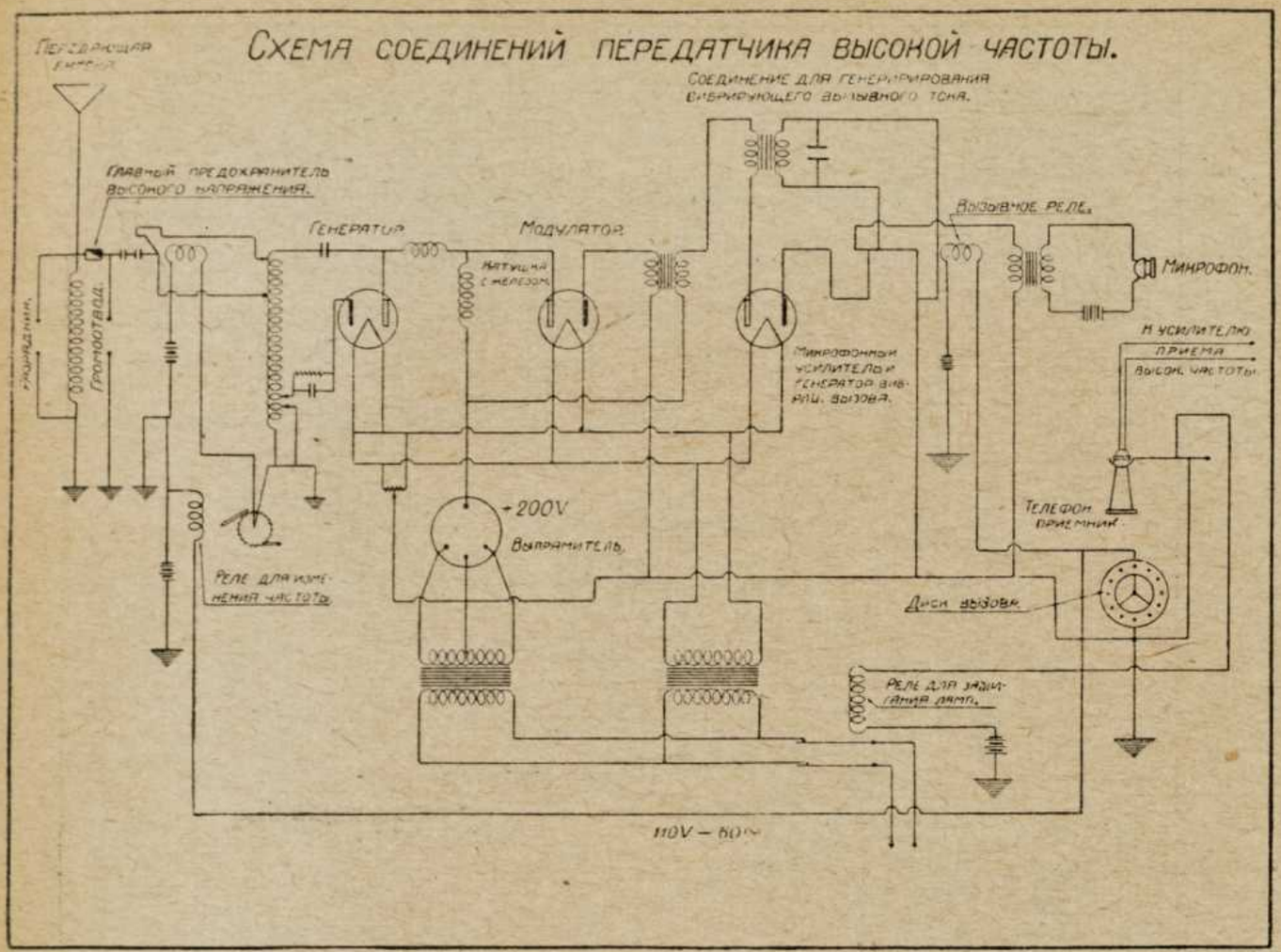


Схема соединений передатчика высокой частоты.
Передающая антенна.
Соединение для генерирования вибрирующего вызывного тона.
Главный предохранитель высокого напряжения.
Генератор.
Модулятор.
Катушка с железом.
Вызывное реле.
Микрофон.
К усилителю приема высок. частоты.
Микрофонный усилитель и генератор вибр. вызова.
Заземление.
Громоотвод.
+200V
Выпрямитель.
Телефон приемник.
Реле для изменения частоты.
Диск вызова.
Реле для зажигания ламп.
110V — 60~

Рис. 24.

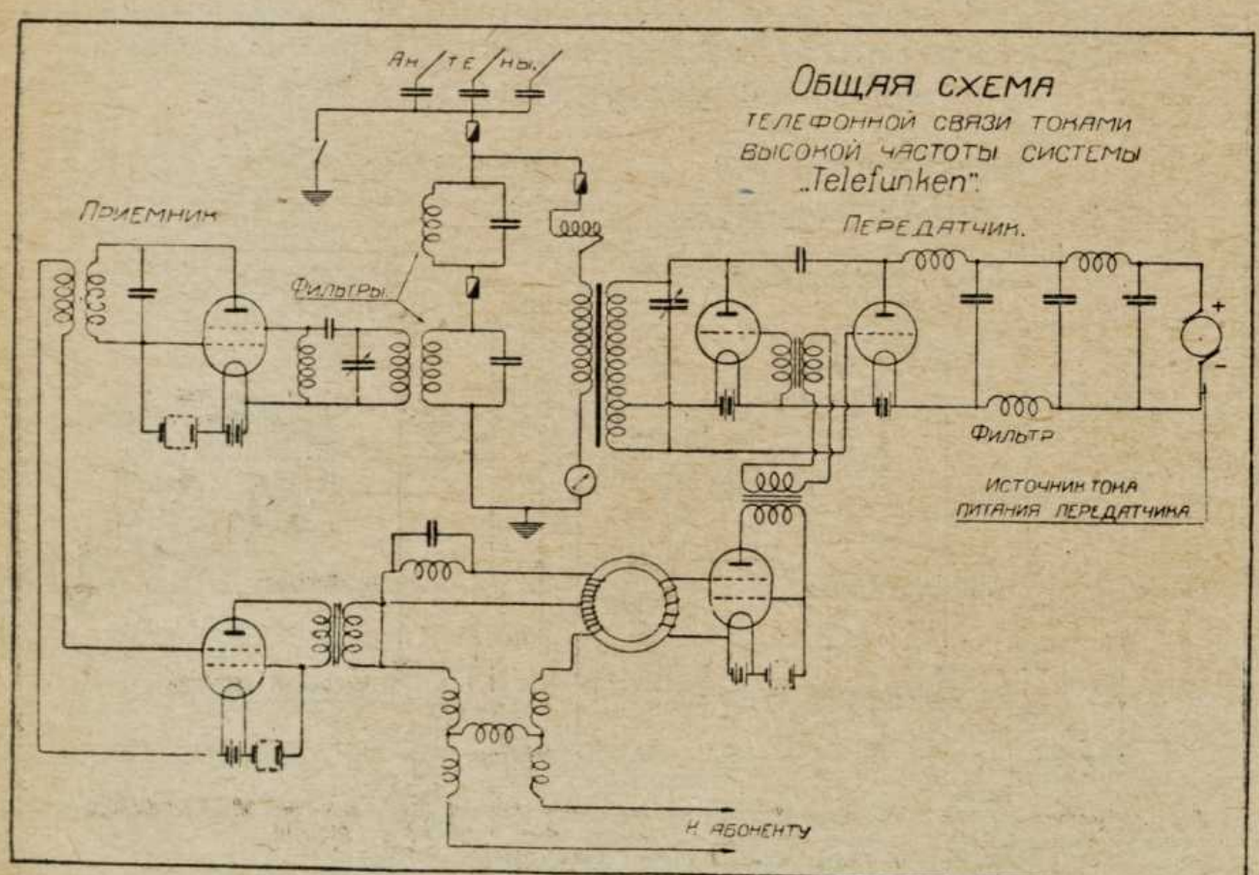

Антенны.
Общая схема
телефонной связи токами высокой частоты системы „Telefunken".
Приемник.
Передатчик.
Фильтры.
Фильтр.
Источник тока питания передатчика.
К абоненту.

Рис. 25.

5) вызывного приспособления, позволяющего иметь сигнал того или другого вида при вызове одной станцией другой станции.

Кроме того, некоторые из станций имеют электрические фильтры для задерживания токов одних частот и пропуска токов других частот.

В телефонных постах, работающих при передаче любой из

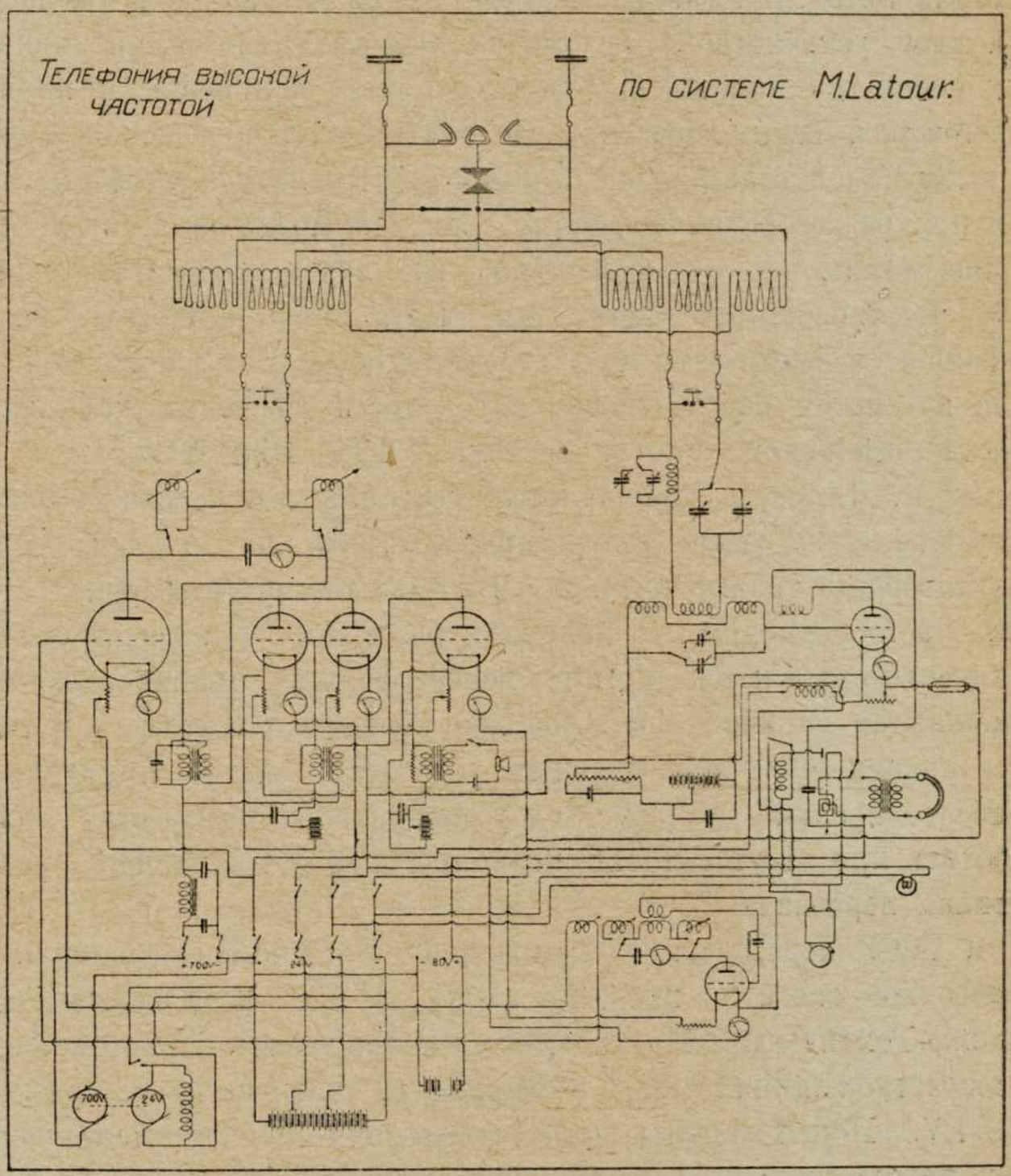



Рис. 26.

двух применяемых волн, одна из них предназначена для пользования вызывающей станцией и потому все станции, входящие в данную систему связи, в нормальном положении вызова установлены на прием второй волны. Станция, желающая вызвать

одну из других станций, применяет для передачи ту волну, на которую настроены и поставлены в положение вызова все остальные станции, входящие в данную систему связи. Действуя при помощи селективного вызывного устройства того или другого вида, вызывают сигнал на той из станций, с которой требуется в данный момент вести переговор; при снятии телефонной трубки на вызываемой станции автоматически включается ее передатчик и переключается приемное устройство с положения вызова на положение приема, после чего станция находится в состоянии, пригодном для ведения переговоров. Таким образом, после снятия микротелефонной трубки на вызываемой станции обе станции могут начать переговоры, причем при разговоре микрофонные токи действуют на сетку модуляторной лампы или непосредственно или через посредство усилителей. В большинстве систем для модуляции применяется схема Heising'a (Western Electric Co, Westinghouse Electric and Mfg. Co, одна из систем ГФТР Института), в других системах схема поглощения (Telefunken, вторая системя ГФТР Института) и в системе M. Latour'a применяется создание добавочной разности потенциалов на аноде генераторной лампы при помощи особого модуляторного трансформатора. В большинстве телефонных станций такого рода при перемене рабочей волны одни фильтры автоматически заменяются другими, вернее фильтры приемного контура помещаются на место фильтров передающего и обратно. В качестве приемных и усилительных устройств обычно применяются наиболее простые, в виду тех условий, в которых они должны работать при отсутствии квалифицированного в отношении радиотехники персонала.

В СССР первые опыты применения токов высокой частоты для телефонной связи по проводам линий передач были начаты Госуд. Физико-Техническим Институтом в декабре месяце 1922 года на высоковольтной линии Кашира — Москва, работающие при напряжении 110 kV. Первые опыты были произведены при помещении опытного передатчика в Кашире и приемных на Московской Подстанции в Кожухове; длина антены, подвешенной под проводами в Кашире была равна 120 m, в Кожухове—70 m. Несмотря на небольшую длину антен и малую мощность передатчика, имевшего в контуре около 70 ватт, при длине волны передатчика, изменявшейся в пределах от 1 000 до 2 000 m, удавалось получить ясную передачу

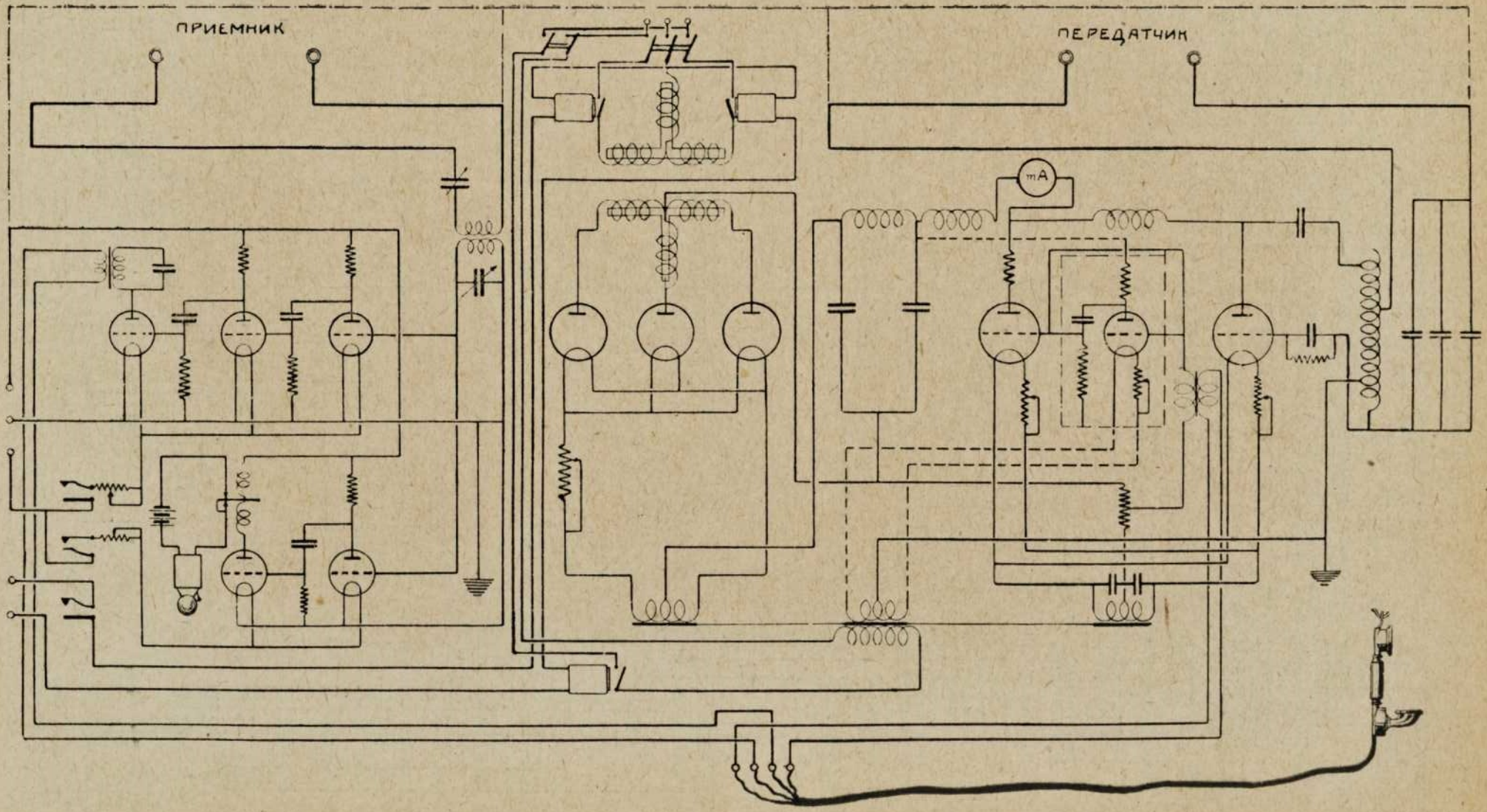



Рис. 27. Дуплексная схема радиотелефонной станции.

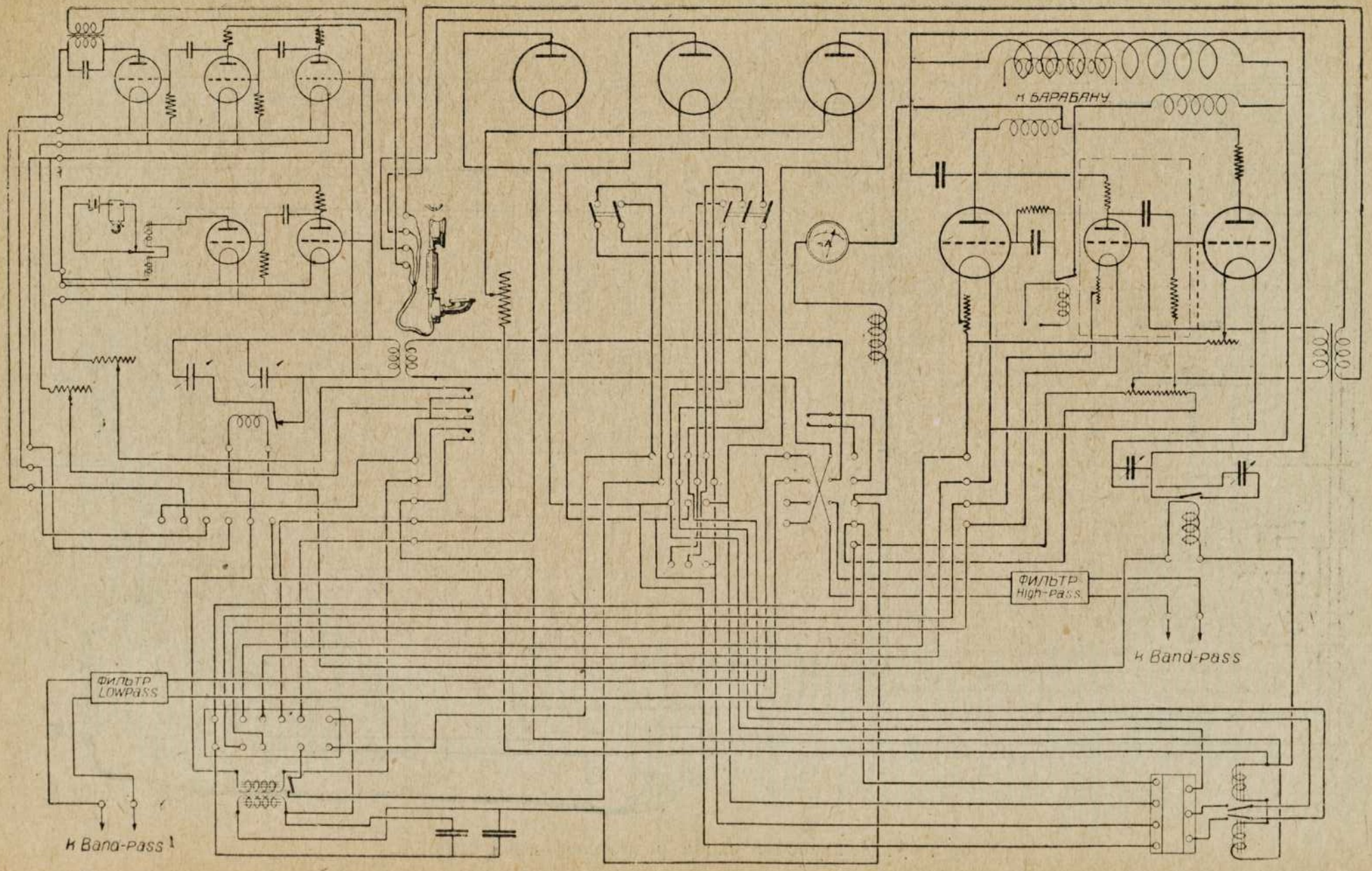



Рис. 28. Дуплексная схема радиотелефонной станции.

речи. Удачные результаты опытов вызвали их повторение в марте месяце 1923 года, причем для устранения влияния местных радиотелефонных станций на приемных и для уничтожения влияния передающих станций на другие приемные станции, кроме той, с которой было предположено сноситься, как в Кашире, так и в Кожухове было применено расположение антенных проводов в горизонтальной плоскости. При этих опытах приемник был снабжен фильтрами, что позволило получить гораздо более чистую передачу. Прием производился как на простой детекторный приемник, так и на ламповый с последующим усилением. Рабочая длина волны была около 1 500 m, ток в антенне передающей станции достигал 0,7 A при 7—12 W мощности в антене. Опыты дали настолько хорошие результьты, что было решено изготовить полный опытный комплект для линии Кашира—Кожухово и пустить его в эксплоатацию, что и было выполнено. В июне месяце 1924 года опытный комплект дуплексных станций был пущен в эксплоатацию и работал на Каширской электропередаче более года и только в 1926 году в виду изменения в расположении линий передач и опор, а также в связи с перепланировкой помещений на Каширской станции опытный телефонный пост был снят. В настоящее время для этой линии изготовлены постоянные посты, к установке каковых приступлено. Кроме постов для указанной линии электропередачи в настоящее время установлены посты на электропередаче Шатура—Москва и производится установка 7 постов на Волховской установке, 8 постов в Донбассе, 4 постов на Нижегородской установке и 3 постов на Кизеловской установке. Все вышеуказанные посты дуплексного типа с полной автоматизацией включения и выключения. Для вызова производится пуск станции снятием микротелефонной трубки и производится вызов, что дает сигнал на вызываемой станции; после снятия микротелефонной трубки на вызываемой станции автоматически включаются: 1) кенотронная установка, подающая постоянный ток высокого напряжения (1 500—1 800 V) в анодные цепи генераторного и модуляторного контуров передатчика, 2) цепи на кала генераторной и модуляторной ламп, 3) микрофонная цепь, 4) переключается цепь вызова на цепь приема, 5) включаются приемные лампы в цепи приемника и усилителя.

В последнее время выяснилось, что для правильной и непрерывной эксплоатации установок необходимо озаботиться об устранении влияния тех значительных колебаний в напряжении питания цепей, особенно цепей накала, какие имеют место почти на всех станциях и подстанциях. С этой целью в настоящее время на всех телефонных постах устанавливаются дополнительные баретерные устройства, позволяющие иметь изменения напряжения питания до $\pm 15\%$ от некоторого среднего без значительного влияния на работу телефонных постов.

Каждый телефонный пост полностью монтирован на столе размерами $1{,}5 \times 0{,}8$ m, причем задняя нижняя часть занята трансформаторами накала, трехфазным трансформатором высокого напряжения, фильтрами низкой и высокой частоты и системой реле включения; в верхней задней части стола в виде отдельных панелей размещены: в середине кенотронная установка и вызывные приспособления, слева генераторное и модуляторное устройство и справа приемное и усилительное устройство. Передняя часть стола свободна и может быть употреблена для занятий.

В тех случаях, когда провода линии передачи по тем или другим причинам могут быть разобщены (например, на переключательных постах) или линии одного напряжения переходят в линии другого напряжения при посредстве промежуточных трансформаторов и т. п. для получения связи между пунктами, расположенными по обеим сторонам места нарушения непрерывности линий, необходимо устройство дополнительных обходных антенн, построенных на длины волн передающих станций, или включение конденсаторов связи. На Волховской установке для этой цели на переключательных постах применены дополнительные антенны, перекрывающие места разрыва линий переключательными постами.

**Цена — 45 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38 770 Тираж 1.700 экз. 2 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инженера П. П. Цепляева.*

## ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ.

(Вопросы нормализации).

Под защитными устройствами мы будем понимать в дальнейшем т е части оборудования электрических установок, задачей которых является или обеспечение безопасности обслуживающего персонала или обеспечение сохранности всех частей оборудования данной установки. Защитное заземление, например, служит преимущественно для обеспечивания безопасности людей, тогда как система автоматического выключения масляного выключателя при коротком замыкании может быть отнесены к устройствам, преимущественно обеспечивающим от повреждений оборудование установки. К числу защитных устройств относятся элементы оборудования, как предназначенные для защиты от перенапряжений, так и предназначенные для защиты от сверхтоков. Последствием достаточно высокого перенапряжения является, при отсутствии надлежащих методов защиты или недостаточной прочности изоляции, разрушение изоляции, которое приводит к появлению в системе токов, по силе значительно превышающих токи, соответствующие нормальной работе установки. Таким образом, явления перенапряжения и явления сверхтоков связаны между собой условиями известной последовательности их появления, поэтому является вполне целесообразным совместное их рассмотрение. К этому необходимо также добавить рассмотрение вопроса о защитных заземлениях, на которые возлагается ответственная задача создания условий безопасности во время расстройств в работе силовых установок, вызываемых сверхтоками.

### I. Защита от перенапряжений.

По вопросу о защите от перенапряжений существуют различные мнения в среде электротехников. Некоторая часть электротехников не придает серьезного значения явлениям перенапряжения и, повидимому не дооценивает их практических последствий и отрицает

необходимость применения защитных приспособлений. С другой стороны можно отметить сильное увлечение защитными устройствами, что выражает другое крайнее направление электротехнической мысли. Такое положение, повидимому, объясняется тем обстоятельством, что до последнего времени этот вопрос разрабатывался, главным образом, теоретически и экспериментальные данные, являющиеся наиболее убедительными в спорных вопросах. почти отсутствовали. В последнее время техника измерений в цепях высокого напряжения подвинулась вперед и является необходимым рассмотреть имеющийся в настоящее время опытный материал для установления определенной точки зрения на значение явлений перенапряжения.

Градиенты потенциала вблизи поверхности земли определялись шведским исследователем Norinder *) и американским исследователем Peek **). По данным Peek'a градиент потенциала может достигась 330 kV/m, однако, эти значения получаются довольно редко, в тех случаях, когда заряженное облако находится непосредственно над линией передачи, в среднем же часто появляются градиенты около 100 kV/m. Norinder наблюдал градиенты потенциала в 200 kV/m; он полагает, что вблизи пути молнии градиенты потенциала могут достигать 300—400 kV/m. Измерением на линиях передачи во время грозы Peek'y удалось установить, что величина потенциала индуктированных зарядов достигает 500 kV, судя же по разрядным напряжениям на изоляторах можно предполагать о наличии в некоторых случаях напряжений в 1 500 kV.

Следует отметить, что индуктирование таким образом потенциала представляет различную степень опасности для изоляции линии. Если эти напряжения превышают разрядное напряжение линии на 220 kV приблизительно на 10%, то для линии на 70 kV это превышение будет приблизительно в 2 раза, а для линий более низкого напряжения это отношение еще повышается.

В момент разряда облака на землю, индуктированный в линии разряд, разноименный с индуктирующим, освобождается и начинает двигаться вдоль провода линии передачи. Эти явления распространения электрической волны по проводу до последнего времени

---

*) El. W., 1 февр. 1924 г.

**) J. A. I. E. E. стр. 697, № 8, 1924 г.

были изучены лишь теоретически. В виду того, что при теоретическом рассмотрении этого вопроса, ради упрощения задачи, приходилось делать ряд допущений действительный характер опасности для изоляции, создаваемой блуждающими волнами, представлялся неясным. Представление о прямоугольном фронте волны, конечно, заведомо не соответствует действительности, поэтому представляет значительный интерес выяснение характера фронта блуждающих волн, появляющихся в линиях передачи. Для этой цели американским исследователем J. F. Peters'ом *) был сконструирован специальный прибор-клидонограф, регистрирующий перенапряжения в линиях передачи и позволяющий судить о характере этих перенапряжений.

Установленный на некоторых американских линиях клидонограф дал некоторое представление о встречающихся на них перенапряжениях. В течение одного летнего сезона на трех линиях с напряжением 120 и 140 kV были отмечены три непосредственных удара молнии, причем максимальное значение напряжения достигало 1000 kV. На одной линии передачи в 140 kV были отмечены индуктированные заряды с напряжением 650 kV, а на линии в 66 kV— с напряжением в 400 kV. При столь большой величине индуктированного напряжения весьма вероятны разряды на изоляторах, которые такие приводят к возникновению волн крутого фронта. Возникновение блуждающих волн при разрядах на изоляторах подтверждается произведенными автором опытами на линии Высокого Напряжения Лгр. Политехнического Института.

В отношении крутизны фронта волны дает результаты ряд исследований, произведенных при помощи клидонографа. В результате одного из таких исследований было установлено, что из 100 блуждающх волн 16 имели крутой фронт. Скорость нарастания напряжения при прохождении волны через данную точку, характеризующая крутизну фронта составляла $24.10^6$—$28.10^6$ kV/s, что соответствует приблизительно полуволнам частоты 9000—16000 пер/сек. Эти опытные данные указывают на практически наблюдаемую крутизну фронта и на отсутствие в линии передачи перенапряжений колебательного характера с частотой, превышающей 10 — 20 тыс. пер/сек.

---

*) E. W. 19 апр. 1924 г.

Таким образом, можно считать экспериментально установленным наличие на линиях передачи в известных случаях блуждающих волн высокой амплитуды и крутого фронта.

Что касается вопроса об опасности указанных перенапряжений для изоляции установок высокого напряжения, то необходимо отметить, что по этому вопросу нет вполне определенных данных.

Дело в том, что с одной стороны изоляция подвергается более высокому напряжению, чем при нормальной работе, но с другой стороны известно, что изолирующие материалы обладают большей диэлектрической прочностью по отношению к кратковременным воздействиям ударного характера. Мнения практиков по этому вопросу весьма различны. Характерно в этом отношении заявление представителя одной американской установки G. H. Middlemiss [1]) (Alabama Power Company). В пределах сети Alabama Power Co ежедневно случаются грозы в течение трех летних месяцев (июнь, июль, август). Относительно случаев повреждений G. H. Middlemiss приводит следующие цифры: в 1921 году 60% всех повреждений трансформаторов случилось вовремя грозы, 1922 г.—30% и в 1923 г.—45%. При этом, однако, G. H. Middlemiss указывает, что он не может утверждать, являются ли эти повреждения результатом перенапряжений, имевших место во время грозы, или нет. Практически большинство установок стремится к достижению более совершенной изоляции трансформаторов и машин или прибегают к устройству тех или иных защитных приспособлений. Совершенство изоляции достигается, главным образом, путем усиления изоляции катушек, ближайших к выводу и соответствующего экранирования, т. е. такого распределения емкостей катушек по отношению друг к другу и по отношению к земле, которое обеспечивает лучшее рапределение напряжения входящей волны по виткам обмотки.

Тогда как причины появления перенапряжений, связанных с атмосферными явлениями и характер этих перенапряжений точно установлены опытным путем [2]), по отношению к явлению пробоя обмоток трансформаторов и машин нет достаточных наблюдений, что

---

[1]) F. A. I. E. E., стр. 57, № 1, 1925 г.

[2]) F. W. Peek.

повидимому, можно объяснить трудностью подобного рода наблюдений без наличия соответствующих регистрирующих приборов. Появление такого регистрирующего прибора как клидонограф позволяет надеяться, что длительные наблюдения над явлениями в линиях передачи, сопровождающими грозы, позволят с некоторой точностью установить причинную зависимость между явлениями перенапряжений атмосферного характера и пробоями изоляции трансформаторов и машин.

Такие наблюдения позволят установить как лучшие способы изоляции трансформаторов и машин, так и целесообразность различного рода защитных приспособлений. Необходимость такого рода наблюдений, поэтому, очевидна.

Нормализация в области устройств для защиты от перенапряжений проведена Центральным Электротехническим Советом. Эта нормализация выразилась в разработке проекта «Руководящих указаний по борьбе с перенапряжениями в электрических установках», представляемого на утверждение IX Всесоюзного Электротехнического Съезда.

Задачей нормализации является фиксировать и рекомендовать для употребления лишь те приспособления, относительно пользы применения которых не возникает сомнений или нет больших разногласий во взглядах большинства электротехников. Эти обстоятельства имелись в виду при составлении рассматриваемого проекта.

Несмотря на весьма большое разнообразие типов приборов для защиты от перенапряжений, появившихся в промежуток между настоящим и предшествующим Съездом, почти все они предназначаются для работы по прежним схемам. Часть таких приборов относится к типу разрядника (коронный разрядник Meyer, свинцовый разрядник и т. п.), некоторая же часть выдвигает новые принципы защиты от перенапряжений: использование короны на проводах для защиты от перенапряжений, дугогасящие аппараты (катушка Петерсена, трансформаторы Bauch'a) и т. п.

Нормированными ЦЭС'ом, однако, являются лишь незначительное число защитных приспособлений, к числу которых относятся: реактивные катушки, разрядники, заземляющие катушки, заземляющий тросс. При этом для каждого прибора защиты указана область применения.

«Руководящие указания» снабжены обширными пояснениями, так что в настоящем докладе не представляется необходимым вдаваться в подробные пояснения. Нам представляется возможным рекомендовать Съезду утвердить составленые Центральным Электротехническим Советом «руководящие указания по борьбе с перенапряжениями в электрических установках. Необходимо лишь отметить те обстоятельства, которые удалось выяснить в промежуток между моментом окончания составления проекта «Руководящих указаний» и настоящим съездом. В частности необходимо коснуться вопроса об области применения катушки Петерсена.

В отношении катушки Петерсена характерны два примера ее практического применения: применение в Берлинской кабельной сети с напряжением в 30kV и на линиях передачи Alabama Power Co. В этих двух случаях применение катушки Петерсена дало удовлетворительные результаты. Для выяснения вопроса о дальнейшем распространении применения этого приспособления на других сетях и линиях передачи, необходимо выяснить, каким наиболее характерным условиям эксплоатации указанных установок соответствовало применение катушки Петерсена. До применения катушки Петерсена Берлинская кабельная сеть весьма страдала от сильного разрушения кабелей в местах замыкания на землю, вследствие того, что ток замыкания на землю был настолько велик, что разрушение кабеля носило характер взрыва, сопровождавшегося значительным разрушением мостовых. Катушка Петерсена ограничила ток замыкания на землю и предотвратила чрезмерное разрушение кабелей. Таким образом, применение катушки Петерсена намечается в обширных кабельных сетях с большим током замыкания на землю.

Линии передачи Alabama Power Co выполнены в виде ординарных. Эти линии расположены в местности, где в течение трех летних месяцев ежедневно бывает гроза на каком либо участке линии. При глухом заземлении нейтрали эти линии страдали от слишком частых выключений, сопровождавших появление заземляющих дуг на изоляторах во время грозы. Катушка Петерсена имеет свойство быстро гасить дугу на изоляторах без выключения линии. Это дает возможность обеспечить непрерывность эксплоатации в местностях обильных грозами при применении ординарной линии передачи. Однако, схема применения катушки Петерсена на

линиях передачи Alabama Power Co несколько усложнена соответственно указаниям опытов, в широком масштабе поставленных этой компанией. Катушка Петерсена при помощи особого автоматического устройства шунтируется накоротко в том случае, когда заземляющая дуга на изоляторе держится более 2 секунд. Включение линии и выключение происходит также при шунтированной накоротко заземляющей катушке во избежание перекрытия изоляторов на шинах подстанции, которое имело место при включении и выключении линии с нейтралью трансформаторов, заземленной через индуктивное сопротивление. Практика показала, таким образом, что применение заземляющей катушки требует некоторого осложнения в схеме распределительного устройства в виде автоматических приспособлений для шунтирования заземляющей катушки в нужных случаях. Однако, насколько известно автору, ординарные линии передачи Ленинград-Детское Село и Ленинград-Сестрорецк заземлены через индуктивное сопротивление без особых шунтирующих приспособлений и работают тем не менее вполне исправно.

Таким образом, можно считать, что применение заземляющей катушки Петерсена на воздушных линиях желательно там, где при ординарной линии необходимо ограничить число выключений линии, обусловливаемых разрядами на изоляторах.

Вторым вопросом, вызывающим известные сомнения, является вопрос о применении разрядников; чтобы несколько выяснить этот вопрос, необходимо составить ясное представление о той работе, которую должен был выполнять разрядник. Тогда можно будет формулировать те требования, которым долженудовлетворять разрядник.

Разрядник должен соединять с землей провод, получивший напряжение, превышающее рабочее напряжение линии в определенное число раз. Такое соединение обычно осуществляется через посредство того или иного искрового или пробивного промежутка. При этом в системах с наглухо заземленной нейтралью одна из фаз будет замкнута на сопротивление разрядника, включая сюда сопротивление соединительных проводов и заземлителя. Напряжение на проводе поврежденной фазы будет определяться, таким образом, сопротивлением разрядника. Очевидно, что чем меньше

сопротивление разрядника, тем меньше будет напряжение на поврежденной фазе, однако, тем больше будет ток в поврежденной фазе. Этот ток, достигающий в мощных установках весьма высоких значений должен быть прерван тотчас же после ликвидации перенапряжения. Имея краткое описание условий работы разрядника, посмотрим, каковы условия, обеспечивающие надлежащую его работу. Прежде всего, необходимо разобрать условия быстрого соединения проводов с землей посредством искрового промежутка. Надо иметь в виду, что газовый промежуток может быть пробит лишь в течение некоторого промежутка времени, величина которого может колебаться в известных пределах даже в том случае, когда отдельные пробои происходят точно в одних и тех же условиях. Иначе говоря, разряд в газовом промежутке характеризуется некоторым запаздыванием момента разряда по сравнению с моментом приложения напряжения, при чем величина запаздывания неустойчива. Это явление вытекает из самой сущности разряда в газах. Действительно, пробой газового промежутка происходит следующим образом. Молекулы газа находятся в прямолинейном, равномерном и беспорядочном движении, условия которого определяются температурой и давлением согласно кинетической теории газов. В тот момент, когда электрическое поле достигает большой интенсивности, свободные электроны, находящиеся в воздухе, начинают двигаться по направлению силовых линий электрического поля с большой скоростью и разрушать приходящие в столкновение молекулы, разбивая их а положительные и отрицательные ионы. Разряд наступит тогда, когда между электродами установится сплошной поток ионов. Ясно, что явление создания описанным способом сплошного потока ионов между электродами требует известного времени, не одинакового для одинаковых условий вследствие наличия элемента случайности, определяющего возможность столкновения между беспорядочно движущимися молекулами и закономерно движущимися электронами.

Величине запаздывания искрового разряда в воздухе между иглами была исследована при помощи катодного осциллографа A. Dufour'a *) при этом в одном случае были установлены следующие величины запаздываний: максимальное 491 MS, мини-

*) S. A. T. E. E. ср. 46. № . 1926.

мальное — 21 MS, среднее из 15 наблюдений 260 MS. В других случаях получались столь же сильно отклоняющиеся от среднего результаты.

Иглы дают крайний случай неравномерного поля, в более равномерном поле, как известно, запаздывание получается меньшее.

Из приведенных данных можно сделать вывод, что разрядники с искровыми промежутками, обладающими формой электродов с острыми углами, краями и т. п., должны давать неблагоприятные результаты вследствие проскакивания волны мимо них. Скорость роспространения волн по воздушным линиям можно приблизительно принять равной скорости света. Волна, идущая с такой скоростью в одну микросекунду успеет пройти 0,3 km и дойти до обмоток трансформаторов или машин и повредить их.

Отсюда следует, что разрядники должны обладать искровыми промежутками с малым запаздыванием.

Условие малого сопротивления и большой пропускной способности должно быть обеспечено отчасти самой конструкцией разрядника, отчасти устройством заземления малого сопротивления. Эти качества разрядника поддаются простой опытной проверке.

Быстрое прекращение тока сопровождающего действие разрядника должно обеспечиваться надлежащим устройством искрового промежутка (рога, шунтирование искрового промежутка) или путем надлежащего устройства автоматических приспособлений для выключения в случае замыкания на землю через разрядник, что весьма просто достигается при заземлении нейтрали трансформаторов наглухо.

Таким образом по отношению к разрядникам можно сформулировать три условия, могущих служить основанием для разработки технических условий на разрядники:

1) малое запаздывание,
2) малое сопротивление и большая пропускная способность в отношении силы тока,
3) быстрое прерывание последующего тока.

Подобным же образом можно подойти к вопросу о составлении технических условий на защитные катушки самоиндукции.

Действие катушки самоиндукции, как защитного прибора сводится к отражению части волны, приходящей со стороны линии передачи, и сглаживанию фронта части волны, проходящей через катушку. Необходимо отметить при этом, что такое действие катушки могут оказывать лишь до известного предела. Величина коэффициента самоиндукции этих катушек не должна превосходить некоторых практических величин во избежание затруднений в условиях регулирования напряжения.

Экспериментальное исследование вопроса о трансформации блуждающей волны катушкой самоиндукции произведено Traege'ом*). выяснившим, кроме того, влияние емкости между витками и по отношению к земле на результаты работы защитных катушек.

Основной характеристикой защитной катушки самоиндукции надо считать степень сглаживания фронта волны. Эта характеристика легко может быть получена при помощи катодного осциллографа. Далее защитная катушка самоиндукции подлежит исследованиям: на нагревание, на диэлектрическую прочность, путем испытания повышенным напряжением, на механическую прочность— испытанием током короткого замыкания. Результаты указанных испытаний позволят судить о пригодности данной катушки для целей защиты.

Из вышеизложенного становится ясным дальнейшее направление работ по нормализации в области защиты от перенапряжений: необходимо стремиться к составлению технических условий для защитных приборов и установление правил их испытания.

Нам представляются возможными типовые испытания защитной аппаратуры. Необходимость же их ясна из того, что опытные характеристики дадут возможность безошибочно судить о качестве этой аппаратуры и избегнуть загромождения распределительного устройства не приносящими существенной пользы аппаратами.

## II. Защита от сверхтоков.

В области нормализации защиты от сверхтоков в настоящее время сделано мало, каких либо норм по этому вопросу еще не существует, между тем этот вопрос в связи с ростом сетей высокого напряжения представляет весьма существенное значение.

---

*) Arch. f. El. 1925. Bd. XV, S. 345.

Поэтому следует остановить внимание Съезда на обстоятельном докладе по этому вопросу: »Меры защиты от токов короткого замыкания и заземления», представленного инженерами ГЭТ'а Л. Б. Броуде, П. Н. Горшковым, Р. А. Лютером, В. А. Мартыновым и Г. Б. Холявским. Этот доклад не рассмотрен в Центральном Электротехническом Совете, тем не менее представляет большую ценность в смысле материала, могущего быть положенным в основу разработки норм защиты от сверхтоков.

В упомянутом докладе разобран, прежде всего, вопрос о методах расчета токов короткого замыкания и заземления, причем дана сводка употребительных методов расчета и даны соответствующие руководящие указания в отношении оценки этих методов. Задачей будущих норм по этому вопросу является рекомендовать для употребления наиболее подходящий для известных случаев метод расчета.

В следующих главах рассматривается вопрос о мероприятиях от сверхтоков. При этом авторы в первую очередь разсматривают вопрос об ограничении силы тока короткого замыкания при помощи реакторов. Приведено несколько схем включения реакторов, которые можно разбить на следующие группы: 1) включение реакторов в цепях генераторов.

2) включение реакторов между группами из нескольких генераторов и 3) включение реакторов на фидерах. Отмечены преимущества и недостатки указанных схем и указаны обстоятельства, влияющие на выбор той или иной схемы.

Далее весьма значительная часть доклада посвящена защите при помощи автоматических масляных выключателей. Рассмотрены следующие характерные случаи автоматической защиты: 1) защита генераторов, 2) защита трансформаторов, 3) защита фидеров и 4) защита различного рода сетей.

Максимальную защиту авторы предлагают сохранить только для малых генераторов мощностью до 1 000 kVA. Для более крупных генераторов авторы рекомендуют дифференциальную и балансовую защиту, а также дополнительную защитную меру в виде уменьшения возбуждения генератора.

Для защиты трансформаторов авторы считают дифференциальную зищиту не очень чувствительной и рекомендуют балансовую защиту, предостерегая от ненадлежащего применения одной макси-

мальной защиты. В известных случаях авторами рекомендуется применение температурных реле.

Для защиты фидеров авторами предлагаются различные системы диффиренциальной и балансовой защиты, при чем для каждого случая рекомендуется наиболее подходящая система защиты. В отношении защиты кольцевой сети авторами предлагается система мгновенных реле обратной мощности в соединении с максимальными реле, устанавливаемыми на различные выдержки времени.

Конкретны предложения авторов сведены в таблицу «Систем защиты от токов короткого замыкания и заземления», помещенную в приложении к настоящему докладу.

Предлагая вниманию Съезда настоящую таблицу, мы высказываем пожелание о направлении ее на дальнейшее рассмотрение Центрального Электротехнического Совета в качестве материала для разработки к IX Всесоюзному Электротехническому Съезду норм защиты от сверхтоков.

## III. Защитное заземление.

В отношении устройства защитных заземлений результаты работы по нормализации выражаются в разработанном Центральным Электротехническим Советом проекте «Руководящих указаний по устройству заземлений электрических установок высокого напряжения». Настоящий проект содержит в себе: определения, поясняющие применяемую в правилах терминологию, общие руководящие указания по устройству защитных заземлений, специальные указания в отношении различных случаев и пояснение к рассматриваемым правилам. Нам представляется необходимым остановить внимание Съезда на § 15 настоящего проекта, касающемся предельных величин напряжения прикосновения. При этом необходимо иметь в виду, что для напряжения прикосновения устанавливаются различные величины, главным образом, по признаку людности тех мест, где устраивается заземление. В известных случаях, в особенности в системах с наглухо заземленной нейтралью, устройство защитных заземлений на воздушных линиях передачи представляет значительные трудности. В виду этого для этих случаев взяты повышенные значения напряжений прикосновения. доходящие до заведомо опасных величин в 300 и 500 V. Трудности устройства заземлений в указанных случаях настолько велики, что

не представляется возможным думать о возможности понижения отмеченных высоких значений напряжений прикосновения. Однако, тогда возникает вопрос о целесообразности нормированнѣ защитных устройств в данных случах. Если напряжение прикосновения выходит за безопасные пределы при устройстве защитного заземления, то повышение напряжения прикосвовения при отсутствии заземления, может быть, не приведет к увеличению реальной опасности. Таким образом, ставится вопрос о необходимости, вообще, устройства защитных заземлений там, где допускаются напряжения прикосновения в 300 и 500 V. Этот вопрос подлежит внимательному обсуждению Съезда.

Необходимо также обратить внимание Съезда на § 16 тех же правил, устанавливающий расчет тока замыкания на землю по двойному заземлению (замыканию на землю двух фаз). Пункты 1, 2 и 3 устанавливают исключения из этого правила расчета, при чем вытекает, что разсчитывать на двойное замыкание на землю следует лишь при изолированной нейтрали трансформаторов на линии. В виду обилия исключений из этого правила может быть представится целесообразным дать иную редакцию этого правила, устанавливающую положительные требования.

За исключением указанных пунктов проект «Руководящих указаний по устройству заземлений для электрических установок высокого напряжения» не встречает возражений и можно рекомендовать Съезду утвердить этот проект.

Обширные пояснения облегчают практическое применение руководящих указаний по заземлениям. В дополнение к этому можно лишь сообщить практические результаты по устройству заземлений, приведенные в работе инженера А. А. Вульфа: «Защитные заземления силовых установок». В этой работе инж. А. А. Вульф в первую очередь высказывает свои соображения относительно расчета тока замыкания на землю и влияние величины этого тока на устройство заземления. Далее сообщаются соображения по поводу объектов, подлежащих заземлению и наконец рассматриваются различные случаи устройства заземлений, выводится понятие сопротивления заземления, рассматриваются методы расчета заземления и определение сопротивления сложных заземлений, также высказываются соображения по вопросу о предельных величинах напряжения прикосновения.

В конце работы инженером А. А. Вульфом изложены выводы и практические указания. В виду того, что эти выводы представляют весьма существенный интерес, нам представляется необходимым познакомить Съезд с соображениями автора по подлиннику.

## Выводы и практические указания.

Из работы инж. А. А. Вульфа.

При приктическом выполнении заземлений надо считаться с тем, что часто нам не удается вовсе, или лишь с большим трудом достичь желаемых для полной безопасности сопротивлений.

Поэтому основным правилом устройства заземлений является, обычно, использование всех возможностей, в частности же —включение в заземление таких предметов оборудования, которые имеют хорошую связь с землей.

К таким предметам в первую очередь необходимо отнести металлические конструкции и трубопроводы, затем броню кабелей, и т. п.

Невключение в заземление такой проводящей конструкции, которая простирается в земле далеко за пределами защищаемой установки (например, водопроводной сети) может повлечь за собою серьезную опасность. Именно в тот момент, когда весь окружающий грунт получает известный потенциал, проходящая мимо труба водопровода может оставаться при потенциале весьма близком к нулю, следовательно, в здании будут иметь место разности потенциалов, близкие к полной величине напряжения на нейтрали установки.

Однако, принимать, при определении достижимой безопасности, в расчет те заземлители, которые включаются в защитное заземление, так сказать попутно,—не годится; не имея прямого отношения к защите установки, такие случайные заземлители могут подвергаться переделкам, или даже упразднению. Исключение должно быть сделано лишь для заземления нейтрали через кабельную броню в случае наличия кабельной сети, и через заземляющий тросс в случае воздушной линии, т. к. в обоих случаях заземлители эти являются неотъемлемыми частями установки.

Точно также, когда рассматривается вопрос о заземлении опор линии передачи, то может быть учтено влияние заземляющего тросса, соединяющего заземления всех опор линии передачи в одно

электрически целое. Задача правильного учета влияния заземленного тросса на сопротивление опор имеет свои особенности, которые ниже вкратце освещены, точно так же, как и стоящий в связи с этим вопрос заземления заземлителем большой длины.

## Влияние заземляющего тросса.

В том случае, когда линия передачи несет заземляющий тросс, заземления отдельных опор оказываются соединенными в одно электрически целое. Благодаря этому, ток заземления не проходит весь через опору, на которой произошла авария, но распространяется по линии на все опоры, в убывающей, считая от места аварии, силе. Если сопротивление каждой опоры линии равняется $r_0$ дм., то общее сопротивление R перехода тока заземления будет некоторой функцией от этой величины, и кроме того будет зависеть так же и от сопротивления тросса $r_1$, через которое заземления отдельных опор соединяются между собой. Чем больше эта последняя величина, тем быстрее, очевидно, убывает ток, распространяющийся по линии опор, и тем меньшее количество заземлений, таким образом, практически оказываются включенными в заземление.

Не вдаваясь в теоретические рассуждения, приведем основные формулы, выражающие закон распространения тока заземления и величину сопротивления заземления ряда опор.

а. Закон убывания тока. Если через пострадавшую опору проходит в землю ток I, то через соседние с нею пройдет ток KI, через следующие—$K^2I$, и т. д. [1]). Коэффициент убывания тока K имеет выражение:

$$K = \frac{2r_0 + r_1\left(1 - \sqrt{1 + \frac{4r_0}{r_1}}\right)}{2r_0}$$

Очевидно, в такой же зависимости, как и токи, находятся между собой величины опасного напряжения на опорах.

б. Сопротивление заземления ряда опор при коротком на землю в конце линии. При этом ток заземления имеет возможность рас-

---

[1]) Здесь предполагается, что опоры находятся на равных расстояниях одна от другой на линии бесконечной длины и имеют заземления с одинаковым сопротивлением.

пространяться лишь в одну сторону от места аварии. Величина сопротивления пути перехода его к земле определяется выражением:

$$R = \frac{2r_0}{\sqrt{1+\frac{4r_0}{r_1}}+1}$$

где $r_0$ и $r_1$ имеют указанное выше значение сопротивления заземления опоры и сопротивления тросса между соседними опорами.

в. Сопротивление заземления ряда опор при коротком на землю в середине линии. Этот случай отличается от предыдущего тем, что току заземления представляются пути по ряду опор в обе стороны от места аварии. Сопротивление пути перехода к земле определяется из выражения.

$$R = \frac{r_0}{\sqrt{1+\frac{4r_0}{r_1}}}$$

### Заземление проводником большой длины.

Приведенные выше выражения для сопротивления заземления ряда опор могут быть распространены на случай заземления длинным проводником, например, кабельной броней, водопроводной трубой, и т. д.

Именно, мы можем представить себе такой заземлитель состоящим из ряда элементарных, имеющих сопротивление земли $\rho_0$ и соединенных через материал заземлителя с сопротивлением $\rho_1$, так как в пределе, последняя цифра становится по отношению к $\rho_0$ бесконечно малой величиной, то выражения для сопротивления таким проводником напишется:

$$R = 0{,}5\sqrt{\rho_0\rho_1}$$

если ток расходится по заземлителю в обе стороны от места перехода с токоведующей части установки, и

$$R = \sqrt{\rho_0\rho_1}$$

если ток поступает в заземлитель через один из его концов.

Закон убывания тока и напряжения в проводнике на единицу длины напишется следующим образом:

$$K = e^{-\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_0}}}$$

Приведенные выражения имеют силу в отношении заземлителя бесконечной длины. Если же заземлитель имеет конечную длину L, то в вышеприведенные формулы для определения его сопротивления относительно земли должна быть введена поправка, имеющая следующее значение

$$R' = \frac{e^{L\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_0}}}}{e^{L\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_0}}} - 1} R$$

где R — сопротивление заземлитнля бесконечнок длины.

Последнее выражение как будто противоречит вышеприведенным формулам сопротивления длинных заземлителей, например, проводов или полос. Происходит это вследствие того, что в приводившихся формулах (о чем отмечалось уже раньше) собственное сопротивление материала, а стало быть и убывание тока вдоль проводника, не учтены вовсе. Между тем, как показали расчеты и опыты, влияние собственного сопротивления заземлителя начинает сказываться весьма быстро, в большинстве случаев уже при длине заземлителя в несколько десятков метров.

### Предельные величины сопротивления заземлений.

Вернемся в заключение к вопросу об устройстве заземлений малого сопротивления. Выше было показано, что во избежание сильного экранирования (т. е. плохого использования проводящих свойств) приходится разбрасывать отдельные заземлители, составляющие общее заземление по возможно большой площади. Кроме того, и электрическая связь между ними должна быть достаточно надежной, т. к. иначе заземлители будут разно загружены токами заземления, т. е. не все полностью использованы.

Совершенно очевидно, что на каждой данной ограниченной площади нельзя устроить заземление с сопротивлением меньше вполне определенной величины. Поясним это следующим примером:

Распространенное на большую площадь заземление, углубление которого в землю незначительно по сравнению с занимаемой площадью, можно сопоставить в первом приближении с заземлением сплошной круглой пластиной, лежащей у самой поверхности земли, для которой мы имеем:

$$R = \frac{\rho}{\pi D}$$

Положим, например, $D = 100$ m;

$$\rho = 10\,000\ \Omega/cm^3$$

При этом

$$R = \frac{10\,000}{\pi\, 100 \,.\, 100} \cong 0{,}32\ \Omega.$$

Следовательно, если в нашем распоряжении для устройства заземления имеется площадь не более 100 m в диаметре, то устроить на ней заземление с сопротивлением менее 0,32 Ω мы не можем.

Кроме того, т. к. во всяком почти заземлении заземлители не могут быть распространены по всей площади равномерно, то использование проводимости этой площади не может быть полным вследствие чего в практических условиях сопротивление заземлений должно быть еще значительно выше указанного теоретического предела.

---

На основании собранного в настоящем докладе материала и изложенных выше соображений можно притти к выводу о необходимости поставить на разрешение IX Всесоюзного Электротехнического Съезда следующих вопросов.

1) Утверждение «Руководящих указаний по борьбе с перенапряжениями в электрических установках».

2) О желательности накопления теоретических экспериментальных и практических данных о прочности изоляции электрических устройств под действием перенапряжений.

3) О желательности накопления экспериментальных данных, могущих послужить основанием для технических условий на защитные приспособления и о желательности составления правил испытания приборов для защиты от перенапряжений.

4) Утверждение «Руководящих указаний по устройству защитных заземлений для электрических установок высокого напряжения»,

5) О желательности разработки «Руководящих указаний для защиты от сверхтоков».

6) О возможности использования в качестве материала для разработки «Руководящих указаний для защиты от сверхтоков» таблицы защитных мероприятий, составленной инжеперами: Л. Б. Броуде, П. Н. Горшковым, Р. А. Лютером, В. А. Мартыновым, и Г. Б. Холявским, прилагаемой к настоящему докладу.

*Приложение.*

## Таблица систем защиты от токов короткого замыкания и заземлений.

Составлено Лгр. инженерами Государственного Электротехнического Треста Л. Б. Броуде, П. Н. Горшковым, Р. А. Лютером, В. А. Мартыновым и Г. Б. Холявским.

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| **I. Генераторы:** | | |
| а) при мощностях отдельных единиц до 1 000 kVA и общей мощности до 2 000 kVA. | 1. Максимальные реле с независимой или ограниченно-зависимой выдержкой времени.<br>2. Детектор заземления на шинах, состоящий из трех вольтметров.<br>Примечания:<br>1. Выдержка времени и установка выключающей силы тока—в зависимости от местных условий.<br>2. Для менее сложных сетей и малых машин—допустим реле, пристроенные на выключателе или приводе. | Как рядом, но детекция заземления при помощи амперного реле утечки. |
| б) при мощностях отдельных единиц до 5 000 kVA и общей мощности до 10 000 kVA | 1. Дифференциальная защита, а в случае невозможности установить таковую за отсутствием выводов у нулевой точки генераторов,—обратные реле, действующие на максимальные реле таким образом, что выдержка времени последних делается ничтожной.<br>2. Максимальные реле с независимой или ограниченно-зависимой выдержкой времени.<br>3. Выключение возбуждения при отключении генератора. | Как рядом, но детекция заземления при помощи амперного реле утечки. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для системе незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 4. Детектор заземления на шинах, состоящий из трех вольтметров.<br>Примечания:<br>1. Обратные реле с установкой обратной мощности в 25%.<br>2. Максимальные реле, действующие от трансформаторов тока, индукционного типа с установкой времени порядка 6—12 и более секунд.<br>3. Если емкостный ток системы незначителен относительно рабочего тока генератора, то для надежности действия дифференциальной защиты при корпусных замыканиях рекомендуется заземлить нейтраль генератора через сопротивление. | |
| в) при мощностях отдельных единиц от 6 000 kVA до 10 000 kVA. | 1. Дифференциальная защита, а в случае невозможности установить таковую, обратные реле.<br>2. Максимальные реле с ограниченно-зависимой или независимой выдержкой времени.<br>3. Чувствительные реле заземления ваттметрового типа без выдержки времени.<br>4. Выключение возбуждения при отключении генератора.<br>5. Детектор заземления на шинах, состоящий из трех вольтметров.<br>Примечания:<br>1. Обратные реле с установкой обратной мощности в 25%. | Как рядом, но детекция заземления при помощи амперного реле утечки, ваттметровое реле заземления отпадает. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 2. Максимальные реле индукционного типа с установкой времени порядка 6—12 секунд.<br>3. Если емкостный ток системы незначителен относительно рабочего тока генератора, то для надежности действия дифференциальной защиты при корпусных замыканиях рекомендуется заземлить нейтраль генератора через сопротивление. | |
| г) при мощностях отдельных единиц свыше 10000 kVA | Защита, как в пункте «в», но при наличии параллельных ветвей обмоток—добавочная балансовая защита. | Как рядом, но детекция заземления при помощи амперного реле утечки, ваттметровое реле засемления отпадает. |
| **II. Трансформаторы.** | | |
| а) трансформаторы, работающие параллельно со стороны высокого и низкого напряжений, мощностью до 200 kVA. | 1. Максимальные реле с неограниченной или ограниченно-зависимой выдержкой времени.<br>Примечания:<br>1. При неограниченно-зависимых реле выдержка времени возможно большая.<br>2. При ограниченно-зависимых реле выдержка времени по наибольшему допустимому нагреву трансформаторов.<br>3. Установка силы тока—в зависимости от местных условий. | Как рядом. |
| б) трасформаторы, работающие параллельно, со стороны высокого и низкого напряжений, мощностью от 200 kVA до 1 000 kVA. | 1. Температурные реле внутри трансформатора.<br>2. Реле Бухольца.<br>3. Максимальные реле, ограниченно-зависимые, в случаях когда при коротких замыка- | Как рядом, но детекция заземления при помощи амперного реле утечки. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | ниях, возможно недопустимое нагревание трансформатора или когда необходимо защитить части установки за трансформатором.<br>4. На шинах вторичной стороны детектор заземления в виде трех вольтметров.<br>Примечания:<br>1. Установка силы тока—в зависимости от защитной системы смежных частей сети.<br>2. Выдержка времени максимальных реле—не более требующейся для максимально допустимого нагрева трансформатора в условиях короткого замыкания. | |
| в) трансформаторы, работающие параллельно, со стороны высокого и низкого напряжений, мощностью свыше 1 000 kVA. | 1. Температурные реле внутри трансформатора.<br>2. Реле Бухольца<br>или<br>2. Дифференциальные реле.<br>3. Максимальные реле, ограниченно-зависимые, в случаях, когда при которых замыканиях возможно недопустимое нагревание трансформатора или когда необходимо защитить части установки за трансформатором.<br>4. Чувствительное реле заземления ваттметрового типа, без выдержки времени.<br>Примечания:<br>1. Установка силы тока—в зависимости от защитной системы смежных частей сети. | Как рядом, но ваттметровое реле заземления отпадает и для детекции заземлений вторичной стороны может быть установлено амперное реле утечки. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 2. Выдержка времени максимальных реле—не более требующейся для максимально допустимого нагрева трансформатора в условиях короткого замыкания. | |
| г) трансформаторы, мощностью свыше 15 000 kVA. | 1. Температурные реле внутри трансформатора.<br>2. Балансовая защита параллельных ветвей обмоток трансформатора,<br>или<br>2. Дифференциальные реле.<br>3. Реле Бухольца.<br>4. Максимальные реле, ограниченно-зависимые, в случаях, когда при коротких замыканиях возможно недопустимое нагревание трансформатора или когда необходимв защитить части установки за трансформатором.<br>5. Чувствительное реле заземления ваттметрового типа, без выдержки времени.<br>Примечания:<br>1. Установка силы тока—в зависимости от защитной системы смежных частей сети.<br>2. Выдержка времени максим. реле—не более требующейся для максимально-допустимого нагрева трансформатора в условиях короткого замыкания. | Как рядом, но ваттметровое реле заземления отпадает и для детекции заземлений вторичной стороны может быть установлено амперное реле утечки. |
| д) трансформаторы, соединенные с генераторами не- | 1. Максимальная защита совместно с генератором. | Как рядом, но детекция заземления при помощи амперного реле утечки. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| посредственно, без помощи масляных автоматов. | | |
| | 2. Дифференциальная защита совместно с генератором или отдельно. | |
| | 3. Реле Бухольца. | |
| | 4. Детектор заземления в виде трех вольтметров. | |
| е) трансформаторы, включенные в фидера мощностью до 1 000 kVA. | 1. Реле Бухольца.<br>2. Максимальная защита совместно с защитой фидера. | Как рядом. |
| ж) то же, как е), но мощностью свыше 1 000 kVA. | 1. Реле Бухольца<br>или<br>1. Дифференциальные реле.<br>2. Чувствительное реле заземления ваттметрового типа, без выдержки времени.<br>3. Максимальная защита, как для фидера. | Как рядом, но ваттметровое реле заземления отпадает и для детекции заземлений вторичной стороны может быть установлено амперное реле утечки. |
| **III. Фидера.** | | |
| а) одиночные. | 1. Максимальные реле с зависимой или ограниченно-зависимой выдержкой времени. | |
| б) одиночные сериесные фидера. | 1. Максимальная защита с ограниченно-зависимой выдержкой времени,<br>или<br>1. Дифференциальная защита (на более коротких участках),<br>или<br>1. Система расщепленных фаз, | Как рядом. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, зеземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | или<br>1. Дистанционные реле,<br>или<br>1. Максимальные реле с зависимой выдержкой времени или без выдержки—на конечных участках.<br>Примечания.<br>1. Установка времени и силы тока максимальных реле—постепенно убывающая, по мере удаления от источника тока, с интервалом не менее 0,5 сек.<br>2. В случае установки дифференциальной защиты или системы расщепленных фаз необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузках и перестраховке. | |
| в) два простых параллельных фидера, питающиеся с одного конца. | В конце фидеров:<br>1. Обратные мгновенные реле.<br>В начале фидеров:<br>2. Максимальные реле с ограниченно-зависимой выдержкой времени,<br>или<br>2. Токовые балансовые реле и на случай выпадения одного из фидеров, максимальные.<br>3. Чувствительные реле заземления ваттметрового типа без выдержки времени на ответственных фидерах.<br>Примечания:<br>1. Обратные реле с возможно меньшей установкой мощности. | Как рядом, но без реле заземления. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 2. Максимальные реле, с возможно меньшей установкой времени, но большей, чем на следующих участках сети. Если выдержка времени окажется слишком большой, то рекомендуется перейти к дифференциальной защите с контрольными проводами или к системам расщепленных фаз.<br>3. Установка силы тока максимальных реле—в зависимости от местных условий, но не менее 40% перегрузки.<br>4. В случае установки токовых балансовых реле в начале фидеров, необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузках и перестраховке. | |
| г) три и более простых параллельных фидера, питающиеся с одного конца. | В конце фидеров:<br>1. Мгновенные обратные реле<br>или<br>1. Мгновенные токовые балансовые реле.<br>В начале фидеров:<br>2. Максимальные реле с ограниченно-зависимой выдержкой времени<br>или<br>2. Мгновенные токовые балансовые реле.<br>3. Чувствительные реле заземления ваттметрового типа без выдержки времени на ответственных фидерах.<br>Примечания:<br>1. Обратные реле с возможно-меньшей установкой мощности. | Как рядом, но без реле заземления. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 2. Максимальные реле с возможно меньшей установкой времени, но большей, чем на соседних участках сети.<br>3. Установка силы тока максимальных реле – в зависимости от местных условий, но не менее 40% перегрузки.<br>4. При установке токовых балансовых реле необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузках и перестраховке.<br>На концах участков:<br>1. Мгновенные обратные реле.<br>В начале участков:<br>2. Максимальные реле с ограниченно-зависимой выдержкой времени<br>или<br>если выдержка времени окажется на некоторых участках слишком большой, то необходим переход к мгновенным системам. | |
| д) два сериесных параллельных фидера, питающиеся с одного конца. | 2. Мгновенные токовые балансовые реле и, на случай выпадения одного из фидеров, максимальные<br>или<br>2. Дифференциальные реле с контрольными проводами<br>или<br>2. Системы расщепленных фаз<br>или<br>2. Дистанционные реле.<br>} Обратные реле при этом отпадают. | Как рядом, но без реле заземления. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 3. Чувствительные реле заземления ваттметрового типа без выдержки времени на ответственных фидерах.<br><br>Примечания:<br>1. Обратные реле с возможно меньшей установкой мощности.<br>2. Максимальные реле с постепенно убывающей установкой времени и силы тока.<br>3. При установке токовых балансовых реле, дифференциальных и системы расщепленных фаз необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузке и перестраховке. | |
| е) три и более сериесных параллельных фидера с питанием с одного конца. | На концах участков:<br>1. Мгновенные обратные реле<br>или<br>1. Мгновенные токовые балансовые реле.<br><br>В начале участков:<br>2. Максимальные реле с ограниченно-зависимой выдержкой времени<br>или<br>если выдержка времени окажется на некоторых участках слишком большой, то необходим переход к мгновенным системам.<br>2. Мгновенные токовые балансовые реле (в начале участков) | Как рядом, но без реле заземления |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем, незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | или<br>2. Дифференциальные реле с контрольными провод.<br>или<br>2. Системы расщепленн. фаз<br>или<br>2. Дистанционные реле.<br>} Обратные реле при этом отпадают.<br>3. Чувствительные ваттметровые реле заземления.<br>Примечания:<br>1. Обратные реле с возможно меньшей установкой мощности.<br>2. Максимальные реле с постепенно убывающей установкой времени и силы тока.<br>3. При установке токовых балансовых реле, дифференциальных и системы расщепленных фаз необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузке и перестраховке. | |
| ж) параллельные фидера с питанием с двух сторон, простые и сериесные, при любом числе параллельных фидеров (соединительные фидера. | 1. Балансовая токовая защита<br>или<br>1. Балансовая поляризованная защита<br>или<br>1. Система расщепленных фаз<br>или<br>1. Дифференциальная защита с контрольными проводами | Как рядом, но без реле заземления. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем, незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | или<br>1. Дистанционные реле.<br>2. Чувствительные реле заземления ваттметрового типа для ответственных фидеров.<br>Примечания:<br>1. Так как первые четыре способа защиты действуют исключительно селективно, то, в случае отказа в действии, фидера не могут быть выключены.<br>Поэтому, в первых четырех случаях рекомендуется перестраховка при помощи максимальных реле с ограниченно-зависимой или независимой выдержкой времени.<br>2. При установке токовых балансовых реле, дифференциальных и системы расщепления фаз необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузке и перестраховке. | |
| з) одиночные кольцевые фидера. | 1. Максимально-обратные реле с ограниченно-зависимой выдержкой времени на каждом конце и отдельных участков кольца, за исключением начала кольца,<br>или<br>1. Система расщепленных фаз<br>или<br>1. Дифференциальная защита с контрольными проводами<br>или<br>1. Дистанционные реле. | Как рядом. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем, незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 2. Максимальные реле с ограниченно-зависимой выдержкой времени в начале кольца для первых трех систем защиты.<br>Примечания:<br>1. Максимальные и максимально обратные реле с постепенно убывающей выдержкой времени для отходящих от станции и подстанции фидеров.<br>2. Мгновенные системы защиты (вторая и следующие) необходимы в тех случаях, когда максимально-обратная защита дает недопустимо большие выдержки и может применяться не на всех участках кольца.<br>3. В случае установки дифференциальн. и максимальн. обратной защиты или системы расщепленных фаз, необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузке и перестраховке. | |
| и) параллельные кольца и кольца с отдельными параллельными участками. | Защита, как в з) но для ответственных фидеров чувствительные реле заземления ваттмерового типа. | Как рядом, но без реле заземления. |
| к) кольцевые фидера с питанием из нескольких питательных пунктов (станций). | Защита, как в з) и и), но за начало кольца принимается только один питательный пункт.<br>Примечание:<br>При выбытии из строя начального питательного пункта за начало принимается какой-либо другой питательный пункт | Как рядом, но без реле заземления. |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем, назаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| л) сложные сети. | 1. Дистанционные реле с элементом обратной мощности или без такового<br>или<br>1. Система расщепленных фаз<br>или<br>1. Система с контрольными проводами<br>или<br>при разделении сложной сети на отдельные кольца с соединительными между ними фидерами.<br>2. Защита колец—как в пунктах: з), и) и к).<br>3. Защита соединительных фидеров моментальными максимальными реле.<br>Примечание:<br>При мгновенных системах защиты колец необходимо дополнительное рассмотрение вопроса о перегрузке и перестраховке. | |
| | Защита приемников. | |
| а) защита двигателей. | 1. Максимальные реле с зависимой выдержкой времени.<br>2. Реле нулевого напряжения.<br>3. Плавкие предохранители для мелких двигателей.<br>Примечания:<br>1. Установка силы тока максимальных реле возможно меньшая. | |

| Защищаемый элемент схемы. | Для систем. незаземленных или заземленных через большое сопротивление. | Для систем, заземленных наглухо или через малое сопротивление. |
|---|---|---|
| | 2. Выдержка времени максимальных реле возможно большая<br><br>3. Первое и второе примечание всего лучше удовлетворяются тепловыми реле, затем мгновенными вторичными реле с плавкой шунтирующей проволокой; в других случаях желательна двойная установка силы тока—для пуска и для длительной работы.<br><br>4. При частых коротких замыканиях в сети нулевые реле необходимо снабжать выдержками времени с установкой в 5—10 секунд. | |
| б однояюрные преобразователи. | 1. Со стороны переменного тока защита как для пункта а).<br><br>2. Со стороны постоянного тока максимально-обратные реле<br><br>или<br><br>2. Максимальное реле и центробежный контакт, выключающий преобразователь при повышении числа оборотов<br><br>или<br>при напряжении свыше 1000 V постоянного тока.<br><br>2. Быстродействующий (около 1 300 сек.) максимальный выключатель и центробежный контакт, выключающий преобразователь при повышении числа оборотов. | |

**Цена — 45 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.857. Тираж 1.700 экз. 2 1/8 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад профессора*
*М. А. Шателена.*

## НОРМАЛИЗАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ.

Нет надобности доказывать, какое значение имеет в области электротехники правильно поставленная стандартизация и нормализация. Лучшим доказательством могут служить результаты работ по нормализации и стандартизации в тех странах, где работы эти широко развернуты, как, например, в Германии, С. Ш. А., Англии, Франции, Чехо-Словакии и др.

Особо важное значение стандартизация и нормализация приобретают, когда они выходят из рамок одной страны и становятся международными. В послевоенный период стремление договориться до международных норм и стандартов стало проявляться особенно сильно, хотя отдельные попытки их установления делались и до мировой войны.

Наиболее активной отраслью техники в этом отношении оказалась электротехника. Особенно значительную роль играла в деле выработки международных стандартов и норм основанная еще в 1908 году Международная Электротехническая Комиссия (М. Э. К.) Деятельность этой организации была предметом целого ряда статей и сообщений, помещенных в разное время в журнале «Электричество»*) и потому, вероятно, всем известна.

Международная Комиссия имеет в настоящее время свои Комитеты почти во всех странах Европы, Азии и Америки Ее Центральное Бюро находится, попрежнему, в Лондоне. Способ работы МЭК'а через Национальные Комитеты и специ-

*) См. «Электричество» 1910 г. прилож. к № 8; 1911 г. № 17, стр. 394; 1913 г. № 5, стр. 67; № 16, стр. 463; 1922 г. № 1, стр. 51; 1923 г. № 1 стр. 62; № 5—6, стр. 306; № 7—8, стр. 324, № 10, стр. 529; 1924 г. № 4 стр. 229; 1926 г. № 3, стр. 178; № 8, стр. 369, 400.

альные подготовительные Комиссии по отдельным вопросам электротехники тоже хорошо известен.

Установление международных норм и стандартов представляет громадные затруднения, обусловливаемые особенностями промышленности и потребления в разных странах. Поэтому подготовительная работа тут чрезвычайно трудна и длительна. Международной Комиссии до настоящего времени удалось решить еще мало вопросов, однако, как выяснилось на последнем общем собрании в Нью-Йорке в апреле 1926 г.*) подготовительная работа настолько продвинулась, что есть полная надежда, что на ближайшем общем собрании, назначенном на сентябрь 1927 г. в Италии, будет принят ряд норм и стандартов.

В работы по стандартизации МЭК входят также работы по стандартизации языка, т. е. установление международной терминологии в областях электротехники и с нею смежных, и стандартизация графических изображений. Для этой цели МЭК разрабатывается толковый словарь электрических терминов на английском, французском, русском, итальянском, испанском и др. языках и разрабатывается система графических изображений. Часть графических символов уже утверждена МЭК.

Союз ССР в период революции и блокады не мог принимать деятельного участия в работах МДК и только с 1924 года Русский Комитет начал принимать участие в трудах МЭК и посылать своего представителя на общие собрания.

В трудах, имеющих особо важное значение, именно, в трудах специальных подготовительных Комиссий, Русский Комитет (РЭКМЭК) не принимал участия за полной невозможностью посылать на собрания этих Комиссий своих делегатов. Лишь в 1926 г. РЭКМЭК был включен в число стран, участвующих в двух специальных Комиссиях: по словарю и по нормам для изолирующих нефтяных масел и надо надеяться, что он получит возможность посылать своих делегатов на собханиях эти, Комиссий.

В Общих Собраниях МЭК'а, Русский Комитет, обычно, не был достаточно хорошо представлен—тогда, как другие страны присылали по нескольку делегатов, от РЭКМЭК бывал всегда один. Это,

---

*) М. А. Шателен. Общее Собрание Международной Электротехнической Комиссии (апр. 1926 г.) «Электричество», 1926 г., № 9, стр. 400.

конечно, не могло не отзываться на работе, так как один представитель не мог быть достаточно компетентным по всем вопросам и не мог присутствовать на всех заседаниях по различным вопросам, происходящих, обычно, одновременно. Тем не менее, по многим вопросам РЭКМЭК сообщал свое мнение, которое, обычно, принималось во внимание при решении вопросов.

В последнее время деятельность МЭК сблизилась с работой организаций, работавших по созданию органа по международной стандартизации и нормализации. По инициативе МЭК в апреле 1926 г. в Нью-Йорке было созвано совещание из представителей организаций по стандартизации от различны стран, результатом которого явился проект создания Международной Ассоциации по Стандартизации.

В области электротехники вопросами стандартизации занимаются отчасти и другие международные Объединения, именно: Международная Конференция по высоким напряжениям*), собирающаяся в Париже каждые два года, и Мировая Энергетическая Конференция **), с центральным Бюро в Лондоне. Однако, все разработанные этими организациями вопросы по стандартизации и нормализации переданы на окончательное решение Международной Электротехнической Комиссии.

Конечно работы МЭК должны быть тесно увязаны с работами в области электротехнической нормализации и стандартизации, ведущимися в каждой стране, и эта увязке тем легче осуществляется чем определеннее организация, ведущая в каждой стране эту работу.

В СССР подобная организация еще полностью не выявилась.

Как известно, до революции всей работой по нормализации и стандартизации в области электротехники руководили Всесоюзные Электротехнические Съезды.

Издавшиеся Съездами нормы не носили обязательного характера, а лишь «рекомендовались» для применения. Они вводились как обязательные лишь в некоторых ведомствах в качестве

---

*) См. М. А. Шателен. Электротехнические Конгрессы и Конференции 1925 г. «Электричество», 1925 г. № 12, стр. 695.

**) См. М. В. Малышев. Первая Всемирная Энергетическая Конференция. «Электричество» 1925 г. № 12, стр. 609.

«постановлений» по этим ведомствам. Большею частью обязательность их применения обуславливалась договорами как на поставку предметов электрического оборудования, так и на выполнение электротехнических сооружений. После революции VIII Всероссийский Электротехнический Съезд также установил несколько норм и стандартов. Затем Центральным Электротехническим Советом был одобрен ряд новых норм и стандартов, вносимых на рассмотрение IX Всесоюзного Съезда*).

Работами по стандартизации и нормализации занималось также и Главэлектро, вносившее затем свои предложения в ЦЭС. Но и нормы ЦЭС'а не имели и не имеют обязательного значения. Никакого органа, который мог бы утвердить их для обязательного применения, в Союзе не существовало до организации «Комитета по Стандартизации при Совете Труда и Обороны». В будущем все нормы и стандарты, имеющие общесоюзное значение, будут утверждаться этим Комитетом. Нормы, касающиеся только ВСНХ, будут утверждаться им самим. Таким образом, в будущем будут устанавливаться обязательные нормы и стандарты.

Это обстоятельство требует особой осторожности и осмотрительности в деле их установления. Всем ясно, к каким результатам могут привести нашу электротехническую промышленность слишком строгие нормы и, с другой стороны, как отзовутся на интересах потребителя слишком слабые нормы. Далее, чрезмерная стандартизация может помешать введению усовершенствования, и, таким образом, не только не способствовать прогрессу электротехники, но наоборот мешать ему.

Необходимо, следовательно, так обставить работу по стандартизации и нормализации, чтобы была исключена возможность крупных ошибок и обеспечена возможность прогресса.

Необходимо, чтобы стандартизация и нормализация в СССР, считаясь с устанавливаемыми международными соглашениями, нормами и стандартами, учитывала бы и производственные возможности в Союзе.

Необходимо для этого ввести полную определенность в организацию дела стандартизации и нормализации, как в области электропромышленности, так и в области электростроительства

---

*) См. Доклады Серии А (Правила и Нормы).

в Союзе, усилить работу Комитета МЭК, в С. С. С. Р. и сблизить ее с работой Союзных организаций.

Примером такого согласования работ могут служить Англия, Германия и Америка, в которых Комитеты МЭК, оставаясь самостоятельными, ведут свою работу в тесном единении с организациями внутри страны.

В С. С. С. Р. наиболее целесообразно возложить всю подготовительную работу по стандартизации и нормализации на ЦЭС и Главэлектро, но к активному участию в работах должны быть привлечены Электротехнические Тресты, Научно-Исследовательские Институты, Научно-Технические Общества и Электротехнические Высшие Учебные Заведения.

Для успешности работ необходимо, чтобы на выполнение их отпускались достаточные средства.

Все изложенное приводит к следующим тезисам:

## Тезисы доклада М. А. Шателена о „Нормализации и Стандартизации в Электротехнике“.

1. Нормализация и стандартизация в С. С. С. Р., подобно тому, как это имеет место за границей, должна касаться как электро-технической промышленности, так и электро-технических сооружений.

2. Нормы и стандарты должны устанавливаться такие, чтобы они, не стесняя производства и строительства, обеспечивали бы качество изделий и сооружений, уменьшали бы разнообразие изготовляемых типов изделий и позволяли бы при заказах изделий обходиться без составления каждый раз особых технических условий.

3. Для предметов массового производства должны быть стандартизуемы основные размеры, допускающие замену как целых изделий, так и их главнейших частей, но не стесняющие улучшение конструкции.

4. Для электросооружений должны быть даны нормы для отдельных частей и их расчета.

5. Все нормы и стандарты для С. С. С. Р. должны, по возможности, согласоваться с нормами и стандартами, принятыми за границей. В частности, должны быть целиком принимаемы нормы и стандарты МЭК.

6. Во избежание того, чтобы МЭК не принимались нормы и стандарты, несогласованные с С. С. С. Р., Союз дожен принимать самое активное участие в работах МЭК и его специальных Комиссиях, для чего РЭКМЭК должен быть соответственно преобразован и его на работы должны отпускаться необходимые средства.

7. К работе по нормализации и стандартизации должны быть привлекаемы электротехнические тресты (производящие и эксплоатирующие), электро-технического строительства тресты-потребители и потребляющие ведомства. Для этой цели при Главэлектро должен существовать постоянный орган, который бы совместно с ЦЭС занимался разработкой проектов Норм и Стандартов, рассмотрением проектов, поступающих от других учреждений и подготовкой проектов или внесения их на рассмотрение Всесоюзных Электротехоических Съездов, а также на утверждение соответствующих органов ВСНХ СССР и Комиссии по Стандартизации при СТО.

8. Все проекты норм и стандартов до их утверждения должны обязательно опубликоваться в определенных журналах (напр. «Электричество») и рассылаться заинтересованным учреждениям и организациям для получения отзывов. Лишь после истечения срока не менее 2-х мясяцев, согласованные (а если не последовало согласования, то с разногласием) нормы могут быть вносимы на утверждение.

**Цена—10 коп.**

**Для Членов Съезда—скидка 50%.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 39.034 Тираж 1.700 экз. ½ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инженера П. М. Тиходеева.*

## ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ.

### I.

### Резюме и тезисы доклада.

В то время как ныне уже вполне установлена важность и необходимость выполнять искусственное освещение во всех многообразных случаях его применения возможно более сильным, на практике оно таковым осуществляется пока, к сожалению, сравнительно редко. Основная причина тому—чисто экономическая. Хорошее освещение в современных условиях СССР обходится, по мнению заинтересованных кругов, несоразмерно дорого. Известно, напр., много случаев, когда фабрично-заводское предприятия собирались переустраивать свое освещение по последнему слову техники. Однако, от этого им приходилось отказываться, так как хорошее освещение казалось им дорого стоящим как по первоначальным затратам, так и по эксплоатации. То же наблюдается в домашнем, уличном и других видах освещения.

Представляется поэтому существенно важным рассмотреть, что можно и нужно сделать для удешевления электрического освещения. Для этого надо уменьшить стоимость электрической энергии, осветительных приборов (светильников), электрических ламп и установочных материалов. Все это известно и здесь не имеется ввиду пересматривать, что сюда относится. Ниже речь идет о других обстоятельствах, которым, по мнению автора, внимание уделяется, или далеко не всегда, или не достаточно полное. Таких обстоятельств три: 1) соответствие нормальных свойств электрических ламп интересам потребителей, 2) ослабление длительных изменений, кратковременных колебаний и падений напряжения в осветительных сетях до экономически выгодных потребителю пределов и подбор подходящего нормального напряжения электрических ламп и 3) целесообразное распределение света.

Более подробно эти три вопроса рассматриваются в следующих главах [1]). Ниже приводятся лишь выводы.

1. Нормальные свойства электрических ламп [2]).

а) Число размеров ламп в их обычном промышленном сортаменте должно быть увеличено по сравнению с ныне имеющимся так, чтобы световой поток каждого следующего размера отличался от предыдущего в среднем на 35%. Самый сортамент составляется по световому потоку (или силы света), а не по потребляемой электрической мощности. Номинальное напряжение изготовляемых ламп должно различаться ступенями через 4÷5%.

б) Световая отдача и срок службы ламп должны быть выбраны в соответствии с отношением стоимости ламп и электрической энергии для получения наименьшей стоимости освещения, не взирая на то, что в этом случае срок службы для большинства размеров ламп оказывается менее обычных 1 000 часов.

в) Свойства выпускаемых ламп должны возможно ближе отвечать номинальным т. е. допуски для отклонений ламп от нормальных светового потока, электрической мощности и световой отдачи необходимо уменьшить по сравнению с ныне установленными в Нормах для ламп и довести их соответственно до ±10%, ±5% и ±5%.

2. Колебания и падения напряжения в осветительных сетях.

а) Регулировка напряжения в сети должна быть такова, чтобы не было мгновенных повышений и понижений напряжения более, чем на 0,5%. Изменения напряжения должны осуществляется так медленно, чтобы подъем или уменьшение на 5% длилось не менее 30 секунд.

б) Непостоянство напряжения в сети электрических ламп удорожает стоимость освещения. Удорожание это значительно. Должно

---

[1]) Глава II. Нормальные требования к электрическим лампам накаливания.
Глава III. Допускаемые колебания и падения напряжения в электрических осветительных сетях.
Глава IV. Экономика в распределении света.

[2]) Они осуществляются постепенно, по мере развития ламповой промышленности.

быть выяснено, не выгоднее ли для потребителя сглаживание размеров изменений напряжения в сетях путем тех или иных технических мероприятий, хотя бы это и было связано с соответственным удорожанием стоимости электрической энергии. Во многих случаях осветительных сетей общественного пользования оказывается экономически целесообразным применять автоматические регуляторы напряжения как на электрических станциях, так и в самих сетях.

в) Размер падения напряжения в сетях обусловливается не только техническими, но и, главным образом, экономическими соображениями. Падение напряжения удорожает освещение. В каждом частном случае должно быть подсчитано, насколько именно удорожается освещение при допущенном падении напряжения и данной стоимости сети. На основании этого находится наивыгоднейшее соотношение между стоимостями освещения и сети. Во многих случаях оказывается, что гораздо выгоднее допускать меньшее падение напряжения, чем это обычно практикуется.

г) При изменяющемся напряжении в осветительной сети необходимо уделять должное внимание определению соответствующего номинального напряжения ламп. Последнее подбирается по наиболее дешевой стоимости освещения *).

## 3. Экономика в распределении света.

Как известно, в целях удешевления стоимости освещения следует применять колпаки, наиболее соответствующие особенностям данной осветительной установки, а также с высокими коэффициентами полезного действия и использования. Между тем, в существующих осветительных установках этому не придается должного значения и потому повсеместно имеют место чрезвычайно большие потери света, что влечет за собою трату, при том в весьма значительном количестве, электрической энергии и сильно удорожает освещение. В то же время осуществление экономичных осветительных установок в настоящее время наталкивается на те затруднения, что рынок вовсе не обеспечен надлежащими осветительными колпаками в смысле как качества, так и количества, а также и того разнообразия видов, которое требуется практикой. Поэтому

*) См. главу III.

следует считать неотложной задачей, чтобы электротехническая промышленность заполнила данную брешь и полностью дала потребителю то, что требуется.

### 4. Роль электрических станций в экономике освещения.

Рядовому потребителю невозможно быть осведомленным о всех способах осуществления наиболее дешевого освещения, в частности, также и о том номинальном напряжении ламп, которое является наиболее выгодным в данном месте электрической сети. Вместе с тем потребитель заинтересован в экономичности своей осветительной установки. Нужно поэтому, чтобы его кто-либо обслуживал. Повидимому, оказывается необходимым при станциях общественного пользования учреждать особый отдел по обслуживанию осветительных абонентов в указанных отношениях.

## II.

### Нормальныэ требования к электрическим лампам накаливания.

Нормальные требования к электрическим лампам накаливания должны были бы находить себе полное отражение в тех Нормах для электрических ламп, которые установлены как у нас в СССР [1]), так и в некоторых других странах. Однако, по мнению автора, в этих существующих Нормах интересы производителей электрических ламп, вероятно в значительной мере вследствие исторически сложившихся причин, несколько перевешивают естественные интересы потребителей. Эти же последние еще до сих пор выявлены не достаточно полно и разносторонне. Задача настоящего доклада— восполнить этот пробел.

При этом автор отнюдь не склонен определенно утверждать, что высказываемые им ниже предложения являются в полной мере практически осуществимыми в ближайшее же время. Все же, однако, следует выразить пожелание, чтобы по мере дальнейшего развития ламповой промышленности свойства, выпускаемых ею ламп все более и более соответствовали интересам потребителей в тех отношениях, которые далее рассматриваются.

---

[1]) См. „Элекричество“, № 4, 1923 г., стр. 240—246).

Основания для классификации ламп. Классификация ламп может производиться по разным признакам. Ниже имеется в виду лишь основной. Прежде — во времена угольных ламп — таким являлась сила света. Когда же такие лампы стали вытесняться металлическими лампами, световая отдача которых все время улучшалась, то сначала в Америке, а затем и в некоторых странах Европы многие электротехники стали настаивать на переходе к классификации ламп по потребляемой ими электрической мощности. Обыкновенно ссылались при этом на потребителя, который может в этом случае сам подсчитать свои расходы на электрическое освещение.

Естественно, однако, предположить, что здесь имеется и некоторый другой, может быть, скрытый мотив. Именно, переход от угольных ламп к металлическим вызвал уменьшение нагрузки электрических станций, так как потребитель обычно менял угольные лампы на металлические той же силы света, а, значит, меньшей мощности. Нагрузки осветительных электрических станций одно время упали. Это обстоятельство, а также, сравнительно, быстрое повышение экономичности ламп, конечно, не могло не вызвать у заинтересованных предпринимателей серьезных опасений за коммерческую устойчивость многих отраслей электротехнической промышленности, связанной с электрическим освещением. Отсюда нашли естественный выход в том, чтобы заставить потребителя привыкнуть пользоваться одной и той же мощностью электрических ламп. Благодаря этому, усовершенствования в области источников света, улучшая освещение у потребителя, но не меняя нагрузки электрических станций, не становятся опасными для последних, а также для электротехнических заводов и т. д.

К настоящему времени, повидимому, лишь в СССР и во Франции сохранилась практика различения ламп по силе света, но лишь в отношении пустотных ламп. Собственно ламповые заводы СССР должны были бы различать пустотные лампы по потребляемой мощности еще с 1924 г. [1]). Но пока этого нет.

Распространение электрического освещения у нас в СССР пока далеко от своего предела. Кроме того, это освещение устраивается еще слишком слабым. Перспективы его развития достаточно ши-

---

[1]) Согласно постановлению ЦЭС'а и Главэлектро.

роки. Поэтому не приходится серьезно считаться с выше отмеченными коммерческими соображениями при выборе основания для классификации ламп. Для техники производства электричаских ламп этот выбор не существенен. Следовательно, в этом вопросе в полной мере могут быть осуществлены запросы потребителей. Последние, конечно, заключаются в том, чтобы источники света характеризовались как таковые, именно, по испускаемому ими свету. Это позволит рядовому потребителю легко практически более или менее разбираться, какое освещение можно получать от различающихся по силе света ламп и достаточно определенно судить, во сколько раз изменится освещение при изменении светового размера ламп. Указанное потому окажется не трудным, что коль скоро сила источников света одного и того же типа ламп остается постоянной на протяжении многих лет и к ней каждому легко привыкнуть. Если на-ряду со световым размером помечать на каждой лампе потребляемую ею электрическую мощность, то потребитель сможет, если потребуется, высчитать расход электрической энергии.

Когда в прежнее время лампы различались по силе света, то фабриканты по вполне понятным причинам всегда указывали наибольшую силу света; сама же по себе сила света в разных направлениях, как известно, различна. Это обстоятельство достаточно часто вводит в заблуждение потребителя. Поэтому сначала в Америке, а позже и в некоторых странах Европы стали различать лампы по средней (сферической) силе света, а позднее— по световому потоку. Поскольку световой поток является основной световой величиной, притом исходной для определения многих понятий в светотехнике и, наконец, удобной для многих практических способов расчета освещенности — наиболее правильно выбрать как раз световой поток за основу для классификации электрических ламп. Средняя (сферическая) сила света не только в этом отношении никаких преимуществ не представляет, но, именно, значительно уступает световому потоку.

Последовательные размеры электрических ламп. В повседневной практике требуются лампы самых разнообразных размеров по световой мощности. Какие размеры должны были бы иметь большее распространение, а какие меньшее—ска-

зать невозможно не только вследствие еще недостаточной организованности рынка сбыта в СССР, но, главное, вследствие переходного состояния ныне имеющихся осветительных установок. Они слишком бедны и нуждаются в усилении и улучшении. Можно ли расчитывать, что улучшение наступит сразу? Конечно — нет, так как оно связано с увеличением расходов на освещение. Отсюда следует то важное обстоятельство, что переход от одного размера к другому должен быть возможно меньше, дабы увеличение расходов на освещение шло меньшими ступенями. Как известно, довольно распространен часто ошибочный обычай сильно экономить на освещении. С этим приходится считаться, и потому в этом отношении интересы потребителя должны быть охранены в полной мере.

Обычный, имеющий место, главным образом, в промышленной практике, ежегодный прирост ценностей, а также и увеличение расходов составляют кругло около 10%. Именно, эту цифру и надлежит признать наиболее подходящей для оценки естественного увеличения расходов на электрическое освещение у многих потребителей. Возможность улучшения освещения путем увеличения его стоимости на 10%—вполне приемлема для промышленных и торговых предприятий, учреждений и т. д. Для мелких же потребителей—рабочих и служащих, эту цифру следует в общем признать высокой, так как их бюджет растет ежегодно обычно в меньшем размере. Может быть, более подходящей цифрой окажется 3÷5%.

Для того, чтобы дать возможность потребителю такими ступенями улучшать свое освещение, размеры (световые) ламп должны были бы отличаться друг от друга в отношении потребляемой мощности [1]) на 3—5% в случае маломощных ламп (для мелких потребителей) и на 10%—в случае более мощных ламп. Такие ступени в размерах ламп при прочих равных условиях были бы наиболее удобны потребителям. Но здесь должны быть приняты во внимание и другие соображения. В настоящее время техника производства ламп такова, что лампы изготовляются не вполне одинаковыми. Первоклассные иностранные заводы подавляющее большинство ламп выпускают такими, что при одинаковых номинальных напряжении

---

[1]) Как ниже показано, большая часть расходов на электрическое освещение состоит в оплате электрической энергии.

и мощности световой поток их колеблется в пределах около $\pm 5\%$, а потребляемая электрическая мощность — $\pm 3\%$. Русские заводы в настоящее время по разным причинам, повидимому, могут выпускать лампы лишь, приблизительно, с вдвое большими колебаниями. Отсюда следует: для того, чтобы действительные световые размеры

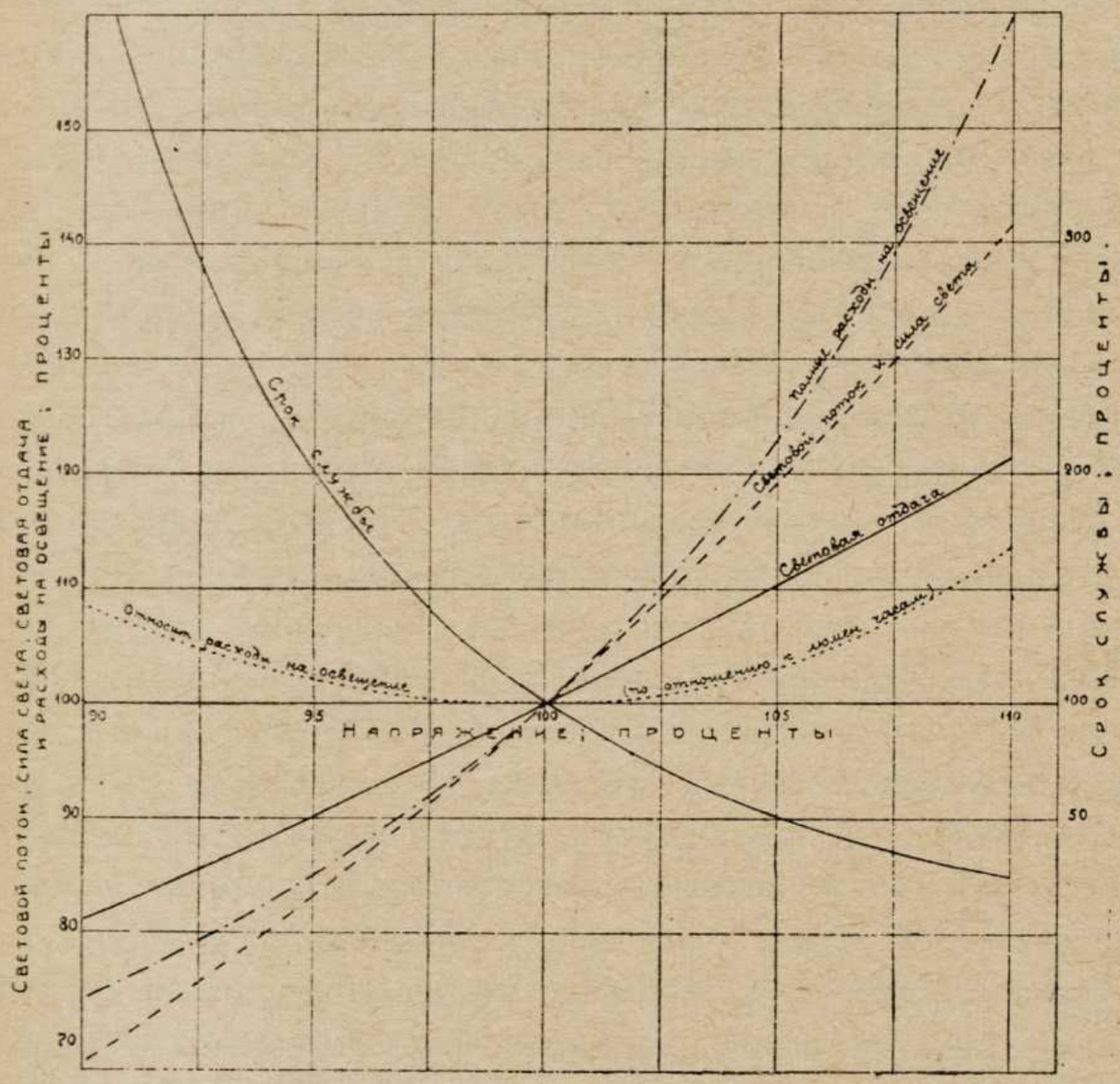



Рис. 1. Влияние изменения напряжения на свойства электр. ламп накаливания. (Изменение относительных расходов дано для ламп, у которых $\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q \cong 0{,}19$).

ламп не перекрывались, их номинальные размеры применительно к настоящим русским условиям должны были бы различаться на $20\%$. Что же касается потребляемой мощности, то по тем же соображениям она должна была бы различаться кругло на $10\%$. Если световая отдача ламп выбрана правильно, то горение лампы при напряжении, отличающемся на $\pm 5\%$ от нормального, не является ощутимым образом экономически невыгодным (см. рис. 1). Поэтому вполне возможно применять лампы при этом

измененном напряжении. Следующая таблица показывает, как изменяется потребляемая мощность и световой поток с изменением напряжений.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Напряжение . . . . . | 95% | 100% | 105% |
| Световой поток . . . . . | 82% | 100% | 811% |
| Потребляемая мощность . | 92% | 100% | 108% |

Изменение других свойств ламп при изменении напряжения показано на рис. 1.

Таким образом, вполне возможно рассматривать каждую электрическую лампочку, как имеющую три разных световых потока. Это обстоятельство, конечно, должно быть учтено при составлении нормального сортамента ламп. Следующим образом можно подойти к нему. Потребляемая мощность может возрастать через 10% по выше поясненным экономическим причинам. Повышая и понижая напряжение на 5% можно получить новые размеры ламп. Наконец, при переходе от одного размера пустотных ламп к следующему, бо́льшему, световая отдача повышается, приблизительно, на 4%. Следовательно, получается такой коэффициент для перехода от одного размера пустотных ламп к другому: $1{,}1 \times 1{,}08 \times 1{,}08 \times 1{,}04 = 1{,}34$. У газополных ламп световая отдача меняется при переходе к следующему размеру, приблизительно, через 6%. Для этих последних ламп коэффициент получается таким: $1{,}1 \times 1{,}08 \times 1{,}08 \times 1{,}06 = 1{,}37$. В среднем для всех ламп—около 1,35.

Наименьший световой размер ламп, требующийся для практики—это 100 люменов; наибольший 25 000. Принимая во внимание обычное стремление иметь дело с круглыми цифрами, следует принять за нормальный сортамент следующие размеры ламп (по люменам).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 320 | 1 000 | 3 200 | 10 000 |
| 140 | 420 | 1 400 | 4 200 | 14 000 |
| 180 | 580 | 1 800 | 5 800 | 18 000 |
| 240 | 750 | 2 400 | 7 500 | 24 000 |

Световая отдача. Лампы бо́льшей мощности имеют бо́льшую световую отдачу, чем малые лампы, при одном и том же сроке службы. Данную лампу можно заставить гореть при разных световых отдачах. Срок службы ее при этом будет меняться. Для целей настоящего доклада можно принять на основании данных опыта. что срок службы ламп обратно пропорпионален 7-ой степени

изменения световой отдачи. Последняя для ламп каждого размера должна подбираться таким образом, чтобы стоимость освещения была наименьшей. Пусть при световой отдаче $\gamma_0$ $\frac{\text{люменов}}{\text{1 ватт}}$ срок службы равен $L_0$ часов. Согласно предыдущему:

$$\frac{L}{L_0} = \left(\frac{\gamma_0}{\gamma}\right)^7 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Потребляемая данной лампой мощность W ватт изменяется в зависимости от световой отдачи следующим образом:

$$\frac{W}{W_0} = \left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right)^{0,8} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Далее вводятся следующие обозначения.

P — стоимость лампы в копейках,

Q — стоимость 1 W электрической энергии в копейках.

Для целей настоящей статьи достаточно считать, что расходы на электрическое освещение состоят только в оплате стоимости лампы и электрической энергии. В этих предположениях расходы R в час на освещение одною лампою составляют:

$$R = \frac{P}{L} + \frac{W \times Q \times 10^{-3} \times L}{L} \text{ копеек} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Экономичность освещения оценивается по стоимости его, отнесенной к люмен-часам $W \times \gamma \times L$ [1]). Предыдущее выражение может быть заменено таким:

$$Z = \frac{P}{W \times \gamma \times L} + \frac{W \times Q \times 10^{-3} \times L}{W \times \gamma \times L} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Последнее выражение дает расходы на освещение, отнесенные к одному люмен-часу. Сюда нужно внести следующие поправки. Световая отдача лампы на протяжении горения меняется; пусть $K_1$—обозначает отношение средней арифметической световой отдачи лампы на протяжении горения к начальной. Потребляемая лампой мощность также меняется; пусть $K_2$—обозначает отношение средней (арифметической) потребляемой мощности на протяжении горения к начальной. Выражение (4) после некоторых сокращений может принять такой вид:

---

[1]) Произведение $W \times \gamma$ дает световой поток лампы в люменах.

$$Z = \frac{P}{W \times K_2 \times \gamma \times K_1 \times L} + \frac{Q \times 10^{-3} \times L}{\gamma \times K_1 \times L} \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Если воспользоваться выражением (1) и (2), то можно получить следующее (после сокращений):

$$Z = \frac{1}{K_1}\left(\frac{P \times \gamma^{5,2}}{L_0 \times W_0 \times K_2 \times \gamma^{6,2}} + \frac{Q \times 10^{-3}}{\gamma}\right) \quad . \quad . \quad (6)$$

Отсюда легко найти наивыгоднейшую световую отдачу (найдя минимальное значение $Z$ при изменениях $\gamma$). Она равна:

$$\gamma = \gamma^0 \sqrt[6,2]{\frac{L_0}{10^3} \times \frac{1}{5,2}} \sqrt[6,2]{\frac{Q}{\frac{P}{W_0 \times K_2}}} \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Подобным же образом можно найти наивыгоднейший срок службы данной лампы, который оказывается равным:

$$L = L_0\left(\frac{5,2 \times 10^3}{L_0} \times \frac{P}{\frac{W \times K_2}{Q}}\right)^{1,13} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Последнее выражение показывает, что наивыгоднейшая световая отдача и срок службы зависят от стоимостей ламп и электрической энергии. Эти стоимости в разных местах СССР могут оказаться различными и потому, строго говоря, не могут быть найдены характеристики ламп равно выгодные для всего СССР.

Ниже приводимая таблица составлена в следующих предположениях: $K_2$ равен 0,97 (что обычно имеет место); стоимость ламп взята применительно к ценам Государственного Электротехнического Треста на осень 1926 года; стоимость 1 kW электрической энергии принята в 18 коп. [1]).

Руководствуясь вышеприведенными данными и формулой (8), каковая графически изображена на рис. 2, можно подобрать для каждого размера ламп наивыгоднейший срок службы. Следует еще, однако, уточнить понятие о наивыгоднейшем сроке службы. Под ним нужно понимать такую продолжительность горения лампы, после которой световая отдача настолько понизится, что стано-

---

[1]) Такова она в Москве и Ленинграде.

вится выгоднее заменить старую лампу новой. Для отыскания наивыгоднейшего срока службы можно сделать следующие пред-

| Мощность ламп. W. | Цена ламп. копейки. | Отношение стоимости единицы мощности лампы к стоимости эл. энергии $\frac{p}{W_0 K_2} : Q$ | Световой поток по проекту русских норм [2]). |
|---|---|---|---|
| 15 | 60 | 0,23 | 100 |
| 20 | 60 | 0,17 | 151 |
| 30 | 65 | 0,12 | 239 |
| 40 | 75 | 0,11 | 327 |
| 50 | 75 | 0,09 | 445 |
| 60 | 125 | 0,12 | 560 |
| 75 | 135 | 0,10 | 850 |
| 100 | 150 | 0,083 | 1 200 |
| 150 | 200 | 0,074 | 2 000 |
| 200 | 275 | 0,076 | 3 000 |
| 300 | 350 | 0,067 | 4 800 |
| 500 [1]) | 500 | 0,057 | 8 300 |
| 750 [1]) | 750 | 0,057 | 13 000 |
| 1.000 [1]) | 970 | 0,056 | 18 000 |
| 1.500 [1]) | 1.300 | 0,050 | — |
| 2.000 [1]) | 1.850 | 0,053 | — |

положения, для поставленной цели достаточно близкие к действительности.

1) Световая отдача уменьшается прямо пропорционально сроку службы. Следовательно, если при сроке службы в $L_0$ часов средняя (на протяжении его) световая отдача равна $K_1 \times \gamma^0$ то при другом сроке службы $L_1$ средняя световая отдача $K_1' \times \gamma_1$ оказывается такой, что можно считать:

[1]) Заграничные; цена розничных магазинов (Севзапторга) в Ленинграде

[2]) Разработан Комиссией по Осветительной Технике ЦЭС'а в Ленинграде.

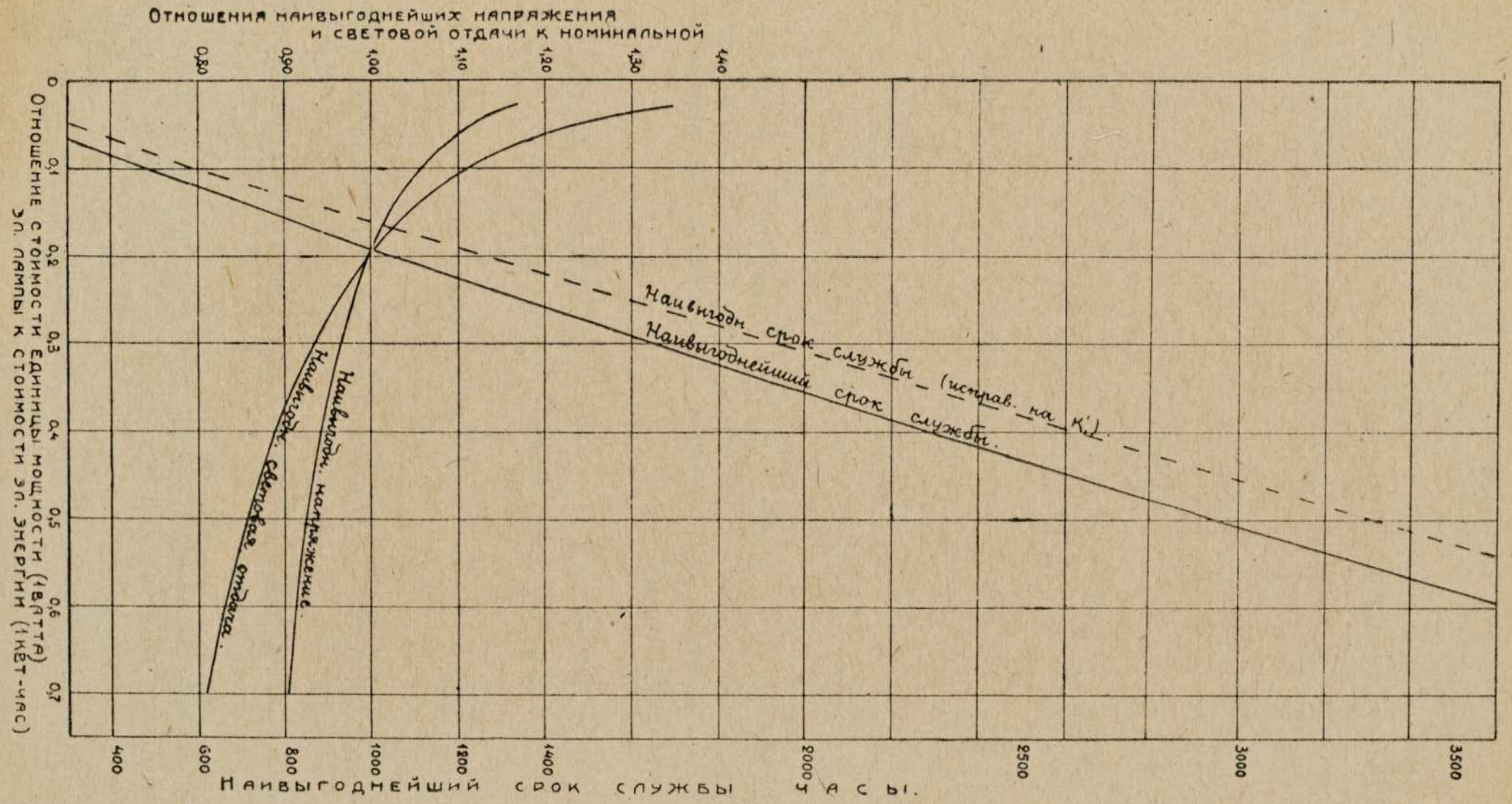



Рис. 2. Отношения наивыгоднейших : напряжения, световой отдачи и срока службы к нормальным, соответствующим сроку службы лампы в 1000 часов, — в зависимости от отношения стоимости единицы мощности (1 W) эл. лампы к стоимости эл. энергии (1 kWh).

$$L_1 = L_0 \times \frac{1 - K_1'}{1 - K_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

2) Уменьшение потребляемой мощности также пропорционально продолжительности горения. Следовательно:

$$L_1 = L_2 \times \frac{1 - K_2'}{1 - K_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

Из (9) и (10) можно получить:

$$\frac{1 - K_1'}{1 - K_1} = \frac{1 - K_2'}{1 - K_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

Если при $L_0 = 1000$ часов, $K_2 = 0{,}97$, а $K_1 = 0{,}90$, то

$$K_2 = 0{,}7 + 0{,}3\ K_1' \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

Уравнение (5) может быть переписано после сокращений и численных подстансвок, как и выше:

$$Z = \frac{Q}{\gamma_0}\left[\frac{\left(\frac{P}{W_0} : Q\right)}{1{,}0 \times (0{,}7 + 0{,}3\ K_1') \times (1 - K_1') \times K_1'} + \frac{1}{K_2'}\right] \ldots (13)$$

Теперь ищется $K_1'$, соответствующее наименьшим расходам r. После нахождения первой производной от r по $K_1'$, приравнивания ее нулю и упрощений получается следующее уравнение для определения наивыгоднейшею $K_1'$;

$$K_1'^4 + 2{,}67\ K_1'^3 - \left[2{,}89 + \left(\frac{P}{W_0} : Q\right)\right] \times K_1'^2 - \left[6{,}22 + 0{,}88\left(\frac{P}{W_0} : Q\right)\right] \times$$
$$\times\ K_1' + 0{,}778\left(\frac{P}{W_0} : Q\right) + 5{,}45 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots (14)$$

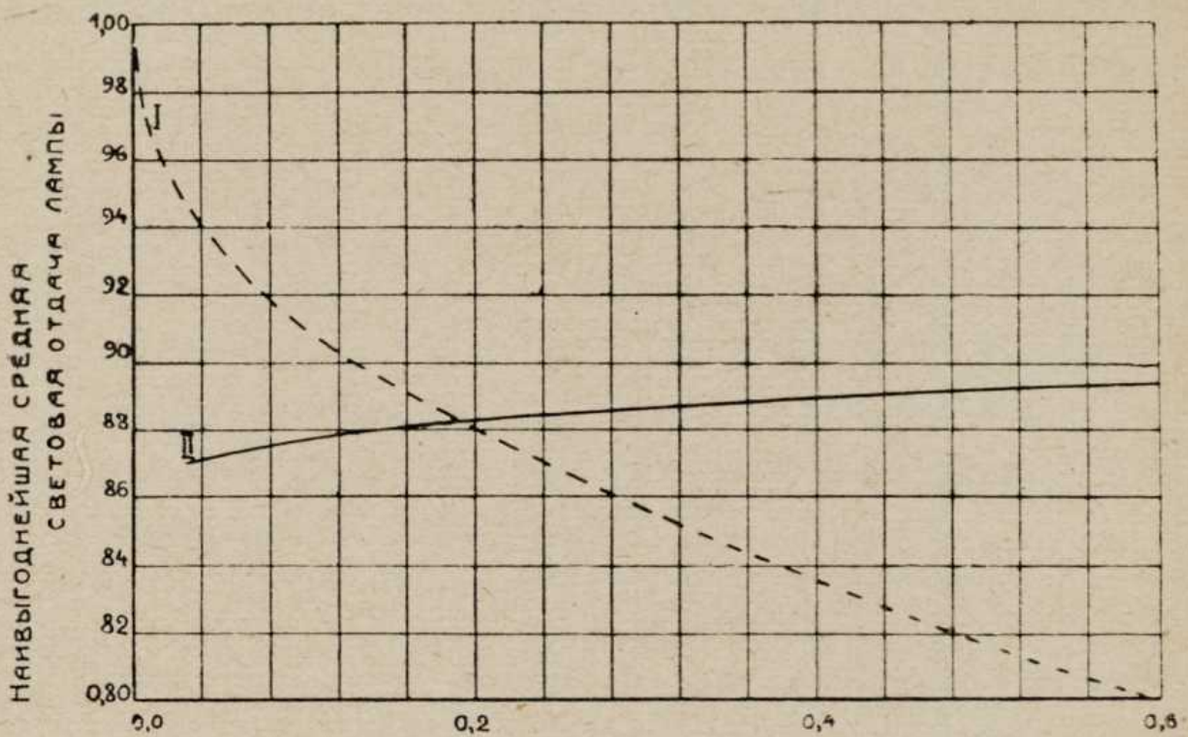
Решение дает:

| $\frac{P}{W_0} : Q$ . . . | 0,03 | 0,05 | 0,10 | 0,15$_{16}$ | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_1'$ . . . . . | 0,94$_5$ | 0,93$_5$ | 0,91 | 0,89$_5$ | 0,87$_5$ | 0,85$_5$ | 0,83$_5$ | 0,81$_5$ | 0,80 |

Эти же результаты графически представлены на рис. 3 (кривая I).

Приведенные рассуждения относятся к случаю, когда световая отдача не была подобрана наивыгоднейшей для данного соотношения цен на электрическую лампу и электрическую энергию. Если

же световая отдача взята наивыгоднейшей, то тогда значения средней световой отдачи оказываются такими (для этого нужно




Отношение стоимости единицы мощности (4 W) эл. лампы и стоимости эл. энергии (1 kWh) $\frac{P}{W_0} : Q$.

Рис. 3. Наивыгоднейшая средняя световая отдача ламп в зависимости от отношения $\frac{P}{W_0} : Q$.

Кривая I. Для ламп со сроком службы в 1000 часов.

Кривая II. Для ламп с наивыгоднейшим $\left(\text{при данном } \frac{P}{W_0} : Q\right)$ сроком службы.

воспользоваться выражением [8] вместо $L_0 = 1\,000$ для получения формулы подобной [13]) = (Кривая II рис. 3).

| $\frac{P}{W_0} : Q$ . . . . . | 0,03 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $KH_1'$ . . . . . | 0,87 | 0,87 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,89 | 0,89 | 0,89 |
| Наивыгоднеший срок службы; часы . . . | 163 | 284 | 580 | 1 250 | 1 980 | 2 520 | 3 240 | 3 860 |

В данной таблице наивыгоднейший срок службы указан при наивыгоднейшей средней световой отдаче (см. рис. 1). Вышеизложенное позволяет теперь наметить следующий срок службы для нормального сортамента ламп.

| | Пустотные. | | | | | | Газополные. | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Световая мощность ламп; люмены . . | 100 | 140 | 180 | 240 | 320 | 420 | 580 | 750 | 1 000 | 1 400 | 1 800 | 2 400 | 3 200 | 4 200 | 5 800 | 7 500 | 10 000 | 14 000 | 18 000 | 24 000 |
| Срок службы; часы . . | 1 500 | 1 100 | 900 | 750 | 650 | 550 | 750 | 650 | 600 | 500 | 500 | 450 | 450 | 450 | 400 | 400 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Световой поток в конце срока службы; проценты от начального . | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 75 | 75 | 75 | 75 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |

Потребители, для которых стоимость ламп или электрической энергии оказывается иной, чем ранее предполагалось, могут оказаться заинтересованными в других сроках службы ламп. Кроме того, при сокращенном сроке службы и более частой замене ламп может уже начинать сказываться удорожание обслуживания осветительной установки. Это должно быть в соответственных случаях дополнительно учтено. Если окажется исключенной возможность изготовлять для заинтересованных потребителей, хотя бы по особому заказу, лампы подходящих световых отдач, то в некоторой мере это обстоятельство может быть сглажено тем, что такие потребители будут применять лампы основного сортамента, но иного, наиболее подходящего номинального напряжения [1]), чем действительное напряжение в осветительной сети.

Напряжение ламп. Стандартное напряжение для освещения уже остановлено VIII Всероссийским Электротехническим Съездом (1921 г.) в 120 V. Так как обычно напряжение в электрических сетях регулируется недостаточным образом, то на практике должны требоваться также лампы в 115 и 125 V. Эти последние напряжения позволят так же, как это ранее указывалось, иметь промежуточные размеры ламп. Три напряжения: 115, 120 и 125 V следовало бы признать стандартным для электрических ламп. Но, само собою разумеется, ныне на практике распространены и другие напряжения в электрических сетях, на рынок должны выпускаться лампы соответственных напряжений.

Напряжение осветительных сетей при предлагаемом укорочении срока службы ламп желательно поддерживать несколько более постоянным, чем это обычно практикуется. В особенности нежелательно сколько-нибудь длительное повышение напряжения более, чем на 5%.

Допуски. Ранее уже упоминалось, что электрические лампы пока не изготовляются вполне одинаковыми. Возникает поэтому вопрос, какие допуски следует считать дозволительными для практики. Потребитель, конечно, заинтересован в том, чтобы допуски были наименьшими. Прежде всего, это относится к световому потоку. Точный расчет освещения, напр., на наименьшую допусти-

---

[1]) См. об этом также в главе III: „Допускаемые колебания и падения напряжения в электрических осветительных сетях".

мую освещенность (как это имеет место на фабриках, заводах, в школах, читальнях и т. д.), возможен только для определенного светового потока лампы. Если же последний известен лишь с некоторыми допусками, то ясно, что расчет должен вестись с учетом не нормального светового потока лампы, а еще возможного наименьшего. Таким образом, вводится запас, который может рассматриваться как убыточный перерасход на освещение. Чем он меньше, тем лучше для потребителя. С другой стороны, чем меньше допуски, тем более строгим должен быть контроль качества изделий, что несколько повлияет на повышение стоимости лампы. Следует сейчас же заметить, что в производстве никаких затруднений для улучшения сортировки ламп нет. Лампы, выходящие за пределы норм, отнюдь не являются бракованными: они вполне могут найти себе применение, но только потребителю они должны предлагаться с наперед известными, а не скрытыми, качествами.

Производители ламп обыкновенно стремятся к сокращению числа выпускаемых типов и к увеличению допусков. Понятно, что благодаря этому можно понизить продажную цену ламп. Однако, последняя вовсе не оказывается обстоятельством, с которым прежде воего нужно считаться. Ведь не нужно забывать, что стоимость освещения, обычно, в гораздо большей части зависит от расхода на электрическую энергию, чем на электрическую лампу. Для обычных условий (при цене электрической энергии в 18 коп. за 1 kWh) стоимость ламп составляет $10 + 20\%$ от расходов на освещение. Таким образом, если бы производители электрических ламп уменьшили допуск в световом потоке с $\pm 10\%$ [1]) до $\pm 5\%$, то можно считать, что потребитель мог бы съэкономить около $4 \div 4{,}5\%$ на освещении при неизменной цене на лампу. Лишь при повышении стоимости лампы (от сокращения допусков) на $50 \div 100\%$ стоимость освещения осталась бы неизменной.

Соображения, подобные вышеприведенным, могут показать, что и при значительном удешевлении ламп сокращение числа типов убыточно потребителю. Допустим, что предлагается вместо двух размеров ламп в 420 и 580 люменов выпустить один средний размер в 500 люменов [2]). Это значит, что потребители, применявшие раньше лампы в 420 люменов, должны будут увеличить расходы

[1]) Что установлено ныне действующими нормами ЦЭС'а для пустотных ламп.

[2]) См. прейскурант ГЭТ'а № 10, 1926 г., стр. 17.

на электрическую энергию на 19%, а применявшие раньше лампы в 580 люменов должны применять лампы следующего размера — 750 люменов, т.-е. увеличить свои расходы на 29% [1]). Если только цена на электрическую энергию не будет весьма дешева, а будет стоить около 15 ÷ 20 коп. за 1 kWh, то потребителю не будет выгодно сокращение числа размеров ламп даже при условии, если новый размер ламп будет получаться бесплатно!

Вообще, коль скоро в стоимости освещения преобладают эксплоатационные расходы, все свойства ламп, прежде всего, должны быть с ними согласованы. Расчитывать на резкое снижение стоимости электрической энергии в ближайшее время не приходится. По сравнению же с нынешней ценой на нее электрические лампы настолько дешевы, что следует больше думать уже не об их удешевлении, а о большем улучшении и большем их соответствии интересам потребителей. Вот почему можно считать, что все допуски для ламп должны назначаться минимальными. Для производства не представляет затруднительным иметь следующие допуски:

Для светового потока ± 10%, для потребляемой мощности и световой отдачи — ±5%.

Такие пределы выбраны, главным образом, потому, что лампы, не отвечающие этим требованиям, легко могут быть переведены в соседний разряд номинального напряжения.

Допуски для ламп, установленные в некоторых иностранных нормах, несколько больше выше данных цифр. Причину этому приходится видеть лишь в скрытых коммерческих побуждениях: оказывается, что каждая лампа, удовлетворяющая этим нормам, может одновременно находиться в двух разных группах, различающихся напряжением, или мощностью и т. д. Другими словами, на данной лампе фабрикант может ставить два разных клейма, вероятно, в зависимости от того, под каким клеймом ему нужно выпустить в продажу лампы. Нормальным явлением это, конечно, признать нельзя.

Дополнительные замечания о приемных испытаниях ламп. Определенные приемные испытания установлены уже упоминавшимися «нормами и правилами испытания для электрических ламп», принятыми ЦЭС'ом. Лишь следующие соображения здесь имеется ввиду высказать. Одно из наиболее важных испы-

[1]) Ныне освещение пока устраивается еще таким бедным, что о переходе к лампам меньшей мощности говорить не приходится.

таний заключается в нахождении срока службы. Вместе с тем, подобное испытание дорого обходится и связано со значительной затратой времени. Поэтому в русской практике оно часто не выполняется, что оставляет в полной неизвестности основное качество ламп—продолжительность горения.

В Америке уже несколько лет применяется испытание ламп при повышенном напряжении. Бюро Стандартов там довольно подробно изучило, в какой мере сказывается повышение напряжения на сокращении срока службы ламп. Соответственная практика введена уже в американские нормы для ламп [1]). У нас в СССР еще нет достаточно полного опыта в этом отношении. Тем не менее опыт Бюро Стандартов в значительной мере может быть использован. Ясно, что лучше о сроке службы ламп знать хотя бы с некоторым приближением, путем испытания ламп при повышенном напряжении, чем вовсе ничего не знать, отказавшись от подобных испытаний. Поэтому вполне возможно помириться с некоторыми условными допущениями. Ниже приводится таблица, указывающая, как изменяется срок службы при изменении напряжения. Она составлена в предположении, что срок службы изменяется обратно пропорционально 14-й степени напряжения [2]). Т.-е.:

$$\frac{L}{L_0} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{14} \qquad (15)$$

| Напряжение. % | Срок службы. % | Напряжение. % | Срок службы. % |
|---|---|---|---|
| 100 | 100 | 100 | 100 |
| 101 | 87,0 | 99 | 115 |
| 102 | 75,8 | 98 | 133 |
| 103 | 66,4 | 97 | 153 |
| 104 | 57,8 | 96 | 177 |
| 105 | 50,5 | 95 | 205 |
| 106 | 44,3 | 94 | 238 |
| 107 | 38,8 | 93 | 276 |
| 108 | 34,1 | 92 | 321 |
| 109 | 29,9 | 91 | 374 |
| 110 | 26,3 | 90 | 437 |

[1]) См. Circular of the Bureau of Standards № 13; также I. E. Scogland and I. Franklin Meyer; Lamp Efficiency and Life Test. El. W., стр., 1302—1304, дек. 20, 1924.

[2]) Это принято и существующими «Нормами и Правилами испытания для русских электрических ламп».

Этими данными пользовался автор в Светотехнической Лаборатории Ленинградского Политехнического Института в применении как к русским, так и заграничным лампам разных мощностей. Результаты оказались достаточно удовлетворительными. Можно считать, что данные таблицы справедливы в пределах до $\pm 10 \div 15\%$, т.-е. достаточных для практики. Во всяком случае, их можно принять, как условные. Ими же можно пользоваться и в случае испытания ламп при меняющемся напряжении. Последнее обстоятельство позволяет достаточно правильно испытывать лампы в обычных электрических распределительных сетях, коль скоро имеющееся напряжение учитывается самопишущими вольтметрами.

Конструкция ламп. Электрические лампы накаливания имеют столь значительную яркость, что, как общее правило, для целей освещения они должны применяться с тем или иным осветительным прибором. Последний нужен также для того, чтобы получить более выгодное распределение светового потока. Поэтому о конструкции электрической лампы, прежде всего, приходится думать с той точки зрения, чтобы совместное действие ее с осветительным прибором было наиболее целесообразно. Для этого от электрической лампы требуется: 1) прозрачная, возможно более малых размеров, колба, 2) возможно меньших размеров нить накала, симметрично расположенная относительно той или иной оси и 3) низкая температура колбы и цоколя.

В связи с первым требованием следует заметить, что применение матовых, а тем более молочных колб с теми или иными осветительными приборами, как общее правило, дает неблагоприятные результаты: значительно уменьшается коэффициент полезного действия осветительного прибора, а влияние последнего на перераспределение светового потока искажается и ослабляется. Лишь в некоторых случаях применения открытых снизу колпаков оказывается целесообразным с точки зрения ослабления блесткости употреблять колбы, нижняя часть которых эмалирована или матирована.

Второе отмеченное требование в отношении к пустотным лампам позволяет притти к выводу, что применение в них спиральных нитей оказывается более желательным, чем обычных вытянутых. Это справедливо при условии, чтобы лампа со спиральной нитью

имела световую отдачу не более, чем на 5÷9% ниже, чем лампа того же светового размера с вытянутой нитью [1]).

Спиральная нить как в пустотных лампах, так и в газополных, свертывается в разомнутое кольцо, составляющее около 3/4 окружности. Многие осветительные приборы, в особенности с металлическими отражающими поверхностями, дают весьма несимметричное распределение света с такими лампами. Именно, существует темное место, соответствующее разрыву в кольце. Подобные темные места значительно ухудшают осветительную установку и устранение их обходится не дешево. Гораздо более целесообразно делать кольцо возможно более замкнутым, хотя бы для этого и пришлось размещать нить не в одной плоскости, а по винтовой линии.

## III

### Допускаемые колебания и падения напряжения в электрических осветительных сетях.

Общее замечание. Вопрос о размерах допускаемых колебаний напряжения в электрических осветительных сетях освещен как в русской, так и иностранной технической литературе далеко не в полной мере. Напомним, что VI-й Отдел Русского Технического общества (в Ленинграде) еще в 1913 г. избрал для разрешения его особую комиссию из специалистов [2]). К сожалению, по обстоятельствам последующего времени, работы ее не были доведены до конца.

Ныне надлежит считать своевременным вновь поставить на очередь рассмотрение это вопроса. Достаточно хорошо известно, сколь значительная доля средств при устройстве электроснабжения падает на сеть. Вот почему с точки зрения электростроительства весьма важно знать, с какими требованиями здесь приходиться считаться. С другой стороны, как показано ниже, лишь при некоторых известных условиях изменения напряжения в сети электрическое освещение у потребителей его окажется достаточно удовлетворительным и наиболее экономически выгодным.

---

[1]) В этом случае коэффициенты полезного действия осветительного прибора с лампами обоих видов окажутся, примерно, одинаковыми.

[2]) См. „Электричество“, 1914, стр. 228—230.

Впрочем, здесь не представляется возможным—и это отнюдь не ставится задачей—в полной мере исследовать вопрос об экономически выгодных падениях напряжения в сетях для различных случаев практики, каковые весьма разнообразны. Имеется в виду лишь указать те исходные положения, которыми следует руководствоваться в соответственных обстоятельствах.

Необходимо при этом отметить, что наблюдающиеся на практике колебания напряжения в осветительных сетях, в особенности общественного пользования, чрезвычайно значительны. Напр., в одном из крупных городов не редкость встретить колебания в пределах от $+5\%$ до $-12\%$ по отношению к номинальному. Ухудшая действие осветительной установки в отношении постоянства освещенности и т. д., эти колебания в то же время могут значительно удорожить стоимость электрического освещения. Вместе с тем, в сетях с переменным напряжением часто применяют лампы не надлежащего номинального напряжения, что также содействует ухудшению и удорожанию стоимости освещения.

Электрические источники света. Возникает вопрос: требованиям каких, именно, источников света должны удовлетворять осветительные сети. Хотя в постоянстве электрического напряжения заинтересованы всякого рода электрические лампы, но, однако, в несколько разной мере. Для обычных целей освещения почти исключительно применяются лампы накаливания с вольфрамовой нитью. При этом, в настоящее время в подавляющем большинстве случаев применяются пустотные лампы и в небольшой мере — газополные. Даже заграничная практика, в том числе и в Америке, показывает преобладающее распространение пустотных ламп. Лишь по мере увеличения освещенности в осветительных установках будут находить себе более частое применение газополные лампы. Перспективы в области электрических источников света для ближайшего будущего таковы, что нет никаких достаточных оснований ожидать, чтобы какие-либо иные, кроме как лампы накаливания с вольфрамовой нитью, могли найти для себя широкое распространение. Вот почему осветительные электрические сети общественного пользования, заводские, а также и уличного освещения (в подлежащихс случаях) и т. д. должны проектироваться и устраиваться в соответствии со свойствами названных ламп.

Следует сейчас-же отметить, что влияние изменения напряжения на световые характеристики газополных и пустотных ламп несколько различно, т. к. те и другие горят при различных температурах. Именно, на пустотных лампах оно сказывается несколько больше. Все же разница эта не велика и во многих случаях с ней можно не считаться. В дальнейшем изложении, в целях упрощения, часто не делается разницы между пустотными и газополными лампами.

Требования зрения. Наиболее благоприятным условием для зрения являлось бы строгое постоянство освещенности, т.-е. следовательно, сила источников света должна оставаться неизменной, для чего требуется полная неизменяемость напряжения. Во многих случаях это, конечно, недостижимо. Поэтому необходимо выяснить вопрос, какие колебания освещенности оказываются для глаз неощутимыми или не опасными.

Наиболее ощутимы и раздражительны для глаз периодические изменения освещенности. Такие, в частности, происходят при питании ламп накаливания переменным током с небольшим числом периодов. Вопрос о желательной частоте переменного тока с этой точки зрения пересматривать, однако, ныне не представляется необходимым: выбором частоты в 50 периодов задача разрешается достаточно благоприятно для глаз. Периодические колебания напряжения, вызывающие изменение освещенности, бывают в сетях также вследствие различных дефектов в установках, производящих электрическую энергию: неравномерность в ходе двигателя, вращающего генератор, биение приводного ремня, несимметричность обмоток в машинах постоянного тока с делителем напряжения Доливо-Добровольского в трехпроводных сетях и многое другое.

Проф. Г. А. Люст [1]) еще в 1912 г. в опытах с 5-ти свечными угольными лампами нашел, что чувствительность глаза к периодическим колебаниям напряжения зависит от их частоты; при чистоте около 7 в секунду чувствительность наибольшая. В этом случае глаза начинают ощущать периодические изменения напряжения порядка 0,2% (или $\pm$ 0,1%). Проф. Симонс [2]) в 1917 г.

---

[1]) См. Г. А. Люст. К вопросу о применении двигателей Дизеля на электрических станциях. Изв. С.-Петербургского Политехнического Института. Том XVIII, (Отд. Техн.), 1912, стр. 197—224.

[2]) K. Simons. Мигание света в электрических осветительных установках. E.T.Z., 1917, стр. 455 и далее.

опубликовал (в Германии) результаты своих опытов, которые довольно близки к данным проф. Г. А. Люста; они были произведены в несколько отличающихся условиях освещения, при том с вольфрамовой лампой. Наконец, в 1926 году подобные же опыты повторены Британской Исследовательской Ассоциацией электрической и связанных с нею промышленностей [1]). Исследование было произведено как с пустотными, так и газополными лампами. Чувствительность глаз к колебаниям напряжения оказалась того же порядка, что и у предыдущих авторов. Наиболее чувствительная частота—так же около 6 периодов.

Таким образом, к настоящему времени вопрос о размере наименьших ощутимых для глаз при горении электрических ламп периодических колебаний напряжения [2]) и их частоте в полной мере выяснен.

Вопрос же о непериодических колебаниях освещенности еще не был затронут в технической литературе. Между тем, разрешение его существенно важно во многих случаях практики; о некоторых из них упомянуто ниже. Автор, ввиду этого, счел необходимым получит ответ из надлежащих опытов. Последние заключались в том, что при освещении электрическими лампами производилось мгновенное понижение или повышение напряжения. Для этого последовательно с лампами, питаемыми от аккумуляторной батареи, включалось сопротивление, величину которого можно было изменять. Сопротивление могло накоротко замыкаться рубильником. Замыкания и размыкания производились через различные промежутки времени—по несколько секунд. Замыкание рубильника, таким образом, оказывалось соответствующим мгновенному повышению напряжения, а размыкание—понижению. Вольтметр измерял напряжение на зажимах сопротивления. Работа глаз заключалась в чтении мелкого печатного текста на белой бумаге (газета). В итоге опытов можно было притти к следующим выводам.

1) Если все поле зрения одинаково ярко, то изменение освещенности менее заметно, чем если только средняя часть поля зрения достаточно освещена, а кругом—темновато. Таким образом,

---

[1]) Явление мигания в электрических лампах вследствие периодического непостоянства напряжения. J. I. E. E. окт. 1926, стр. 1090—1092.

[2]) А также и влияние характера кривой изменения напряжения. См. статью проф. Г. А. Люста.

для человека, который читает книгу, освещенную одной только настольной лампой в комнате, с темными и слабо освещенными стенами, колебания освещенности несколько более заметны, чем если бы вся комната была достаточно сильно освещена.

2) Колебания освещенности более заметны не в средней части поля зрения, т.-е. на той небольшой поверхности, на которую устремлен взор, а несколько в стороне от нее, примерно, в пределах 8°—15°.

3) Колебания более заметны на белых матовых, немного шероховатых поверхностях и при освещении наклонными лучами.

4) Чувствительность глаз становится меньше, когда изменения неожиданны. Чем чаще изменения следует друг за другом (примерно, 10 и более раз в минуту), тем более они заметны.

5) Чувствительность глаз к внезапному изменению освещенности различна у разных людей, сама по себе неустойчива и несколько меняется под влиянием многих обстоятельств. Выяснилось, что у лиц с наибольшей в этом отношении чувствительностью, в обстановке, когда колебания освещенности наиболее ощутимы (см. пп. 1—4), оказывается едва заметным мгновенное увеличение или уменьшение освещенности, что следовало бы назвать порогом чувствительности,—в среднем на 1,8%. Этому соответствует повышение или понижение напряжения у вольфрамовых ламп на 0,5%.

6) Опыты производились при наличии освещенности в пределах от 30 до 300 люксов, что соответствовало изменению яркости в пределах от $6 \times 10^{-4}$ до $60 \times 10^{-4}$ $\frac{\text{св.}}{\text{кв. см}}$. Оказалось, что чувствительность глаза в этих пределах освещенности к ее колебаниям, хотя и меняется, но не столь значительно. Цифры, указанные в п. 5, даны как средние.

7) Если едва ощутимые колебания освещенности становятся незаметными при частоте их, примерно, более 25 в секунду, то, с другой стороны, возникает вопрос, при сколь малой частоте присутствие колебаний не становится обременительным или раздражительным? Наблюдения показали, что эта малая частота зависит уже не столько от физиологических свойств зрения, сколько от психологических. Повидимому, следует склониться к тому выводу, что небольшие мгновенные колебания (порядка не более $\pm 10\%$) освещенности, повторяющиеся реже, чем через 3 минуты,

обыкновенно не обращают на себя внимания или же им не придается значения. Более частые колебания—в той или иной мере начинают казаться заметными.

8) Следует поставить такой вопрос: какие, именно, колебания вредны и опасны для глаз? Надлежащего ответа на это в настоящее время не может быть дано, т. к. еще нет достаточно благонадежных способов для определения наличия вредности для глаз. Определенно можно говорить об утомлении их и психологической раздражительности. Само по себе утомление, вообще говоря, может быть и не опасным. Во всяком случае, важно отметить, что чем сильнее колебания освещенности и чем чаще они повторяются за время пользования освещением, тем хуже это для глаза. При слабой освещенности даже очень редкие, но сильные мгновенные изменения освещенности, примерно на 20% и более, становятся ощутимо и резко неприятными. Они производят впечатления как бы удара для глаз и при своем повторении весьма содействуют наростанию усталости глаз.

Допустим теперь, что освещенность изменяется плавно, без резких скачков. Спрашивается, какая скорость изменения освещенности становится заметной для глаз? Как и вообще все свойства глаз, чувствительность их к плавному изменению освещенности зависит от очень многих условий. Одним из наиболее важных обстоятельств является усталость глаз: усталый глаз оказывается более чувствительным к изменению освещенности. Далее, большое влияние оказывает имеющееся значение освещенности, достаточность ее для данной зрительной работы и величина изменения. В общем, из проделанных опытов можно было притти к такому заключению. Глаз начинает едва чувствовать изменение освещенности, когда время изменения ее на 20%,—что соответствует изменению напряжения, приблизительно, на 5%,—менее 20+30 секунд. Изменение напряжения на 10% становится едва заметным, когда оно длится менее 1—1,5 минуты.

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы для практики.

1) При регулировании напряжения на станциях или подстанциях, питающих осветительные сети, при выполнении его от руки или автоматически—мгновенное повышение и понижение напряжения не должно превосходить 0,5%.

2) Если при регулировании напряжения оказывается необходимым изменять его на значительную величину, нужно это делать медленно, при том так, чтобы напряжение увеличивалось или уменьшалось не быстрее, чем на $10^0/_0$ в 1,5 минуту.

3) Сопротивление данного участка осветительной сети и мощность включаемого приемника (напр., электродвигателя, если он присоединен к осветительной сети) [1]) должны находиться в таком соответствии, чтобы не было мгновенных колебаний напряжения более указанных выше пределов.

Экономически допустимые изменения напряжения в осветительных сетях. Вышеуказанные пределы колебаний напряжения у лампы, превосходить которые не представляется желательным для удобства зрения, на практике достаточно часто оказываются не осуществляемыми. Следует далее выяснить, что получается при больших колебаниях напряжения.

Колебания напряжения, как известно, могут происходить вследствие различных технических несовершенств на электрической станции, в сетях и т. д.; напр., неудовлетворительное регулирование напряжения, большое сопротивление сети электрических проводов и т. д. Эти недостатки в той или иной мере могут быть ослаблены или устранены путем установки регуляторов напряжения, увеличения сечения электрических проводов и т. д. Выяснять, как все это делается—не входит в задачу данной статьи. Здесь ставится вопрос таким образом. Колебания и падение напряжения сети, обычно, удорожают освещение (см. об этом ниже). С другой стороны, уменьшение колебаний и падений напряжения удорожает стоимость электрической установки и, следовательно, электрической энергии, почему, конечно, опять-таки удорожается электрическое освещение. Спрашивается, как найти наивыгоднейшее соотношение между удорожаниями электрической энергии и электрического освещения? До сих пор, обыкновенно, при экономических подсчетах выгодности уменьшения падений напряжений, регулирования его и т. д. учитывалось лишь, как отражается удорожание стоимости установки на стоимости электрической энергии и искали наивыгоднейшего их соотношения без учета того, насколько все это отражается на качестве освещения и стоимости его эксплоатации. Таким образом, интересы потребителя не в полной мере учитывались. Правильным

[1]) Что, вообще, не желательно.

признать это отнюдь нельзя. Регулирование напряжения в осветительных сетях должно так осуществляться, чсобы получить наиболее дешевым не электрическую энергию, а само освещение. Свойства сети в отношении ее напряжения должны быть строго согласованы со свойствами электрических источников света, т. к. экономичность их горения в значительной мере зависит от приложенного к ним напряжения и изменения его.

Нижеследующее имеет в виду показать, как сказывается на экономичности горения ламп изменение приложенного к ним напряжения. Коль скоро освещенность, при соответствующем изменении напряжения, меняется медленно и коль скоро она не опускается ниже некоторого дозволительного предела, то, вообще говоря, для глаз это не является опасным, т. к. они, как известно, могут приспособляться без особых затруднений к различному уровню освещенности. При понижении освещенности, как общее правило, работоспособность уменьшается и утомляемость увеличивается. Но в тех или иных случаях с этим оказывается возможным мириться.

Обычно, в расходах на электрическое освещение сильно экономят и его стремятся сделать возможно дешевле. В подобных, наиболее часто встречающихся осветительных установках, желают иметь лишь наименьшую допускаемую освещенность, устанавливаемую, напр., теми или иными нормами освещенности (напр., на заводах, в больницах, школах и т. д.). Такая освещенность должна иметь место при наименьшем возможном в данной осветительной сети напряжении. Если теперь напряжение в действительности повышается, то возникает перерасход на освещение, так как с повышением напряжения расходы на него увеличиваются. Таким образом, в подобных осветительных установках всякое повышение напряжения приходится рассматривать как нежелательное и удорожающее освещение.

Встречаются, однако, на практике и такие случаи (напр., иногда при уличном и домашнем освещении), когда повышение освещенности вследствие увеличения напряжения не считается особо нежелательным, так как оно оказывается благоприятным для глаз. Здесь, очевидно, будут стремиться лишь к тому, чтобы в среднем расходы на освещение, точнее на люмен-часы (или люксы-часы), оказались наименьшими.

Влияние изменения напряжения в сети на стоимость освещения в обоего рода вышеуказанных случаях оказывается различным.

Выясним, как удорожается стоимость освещения при увеличении напряжения в осветительных установках первого рода, т.-е., где требуется постоянство освещенности. Удорожание происходит по двум причинам: сокращается срок службы ламп и увеличивается потребляемая лампами мощность.

Вводятся следующие обозначения:

R — расходы на освещение в 1 час.

P — стоимость лампы в копейках.

$V_0$ — нормальное напряжение, за которое в данном случае принято наименьшее.

V — повышенное напряжение.

$W_0$ и W — электрическая мощность лампы в ваттах при напряжениях соответственно $V_0$ и V в начале срока службы.

$L_0$ и L — срок службы лампы при напряжениях $V_0$ и V соответственно,

Q — стоимость 1 kWh в копейках.

$K_2$ — отношение средней поглощаемой лампой мощности за время ее горения к начальной ($\simeq 0{,}97$).

Для целей настоящей статьи достаточно считать, что расходы на освещение состоят лишь из оплаты стоимостей лампы и потребленной электрической энергии. Таким образом, расходы $R_0$ в один час на одну лампу составят при нормальном напряжении $V_0$:

$$R_0 = \frac{P}{L_0} + \frac{W_0 \times K_2 \times Q \times 10^{-3} \times L_0}{L_0} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

В качестве первого приближения, основанного на опыте и вполне допустимого в данных подсчетах, можно считать, что при изменении напряжения срок службы и потребляемая лампой мощность изменяются следующим образом:

$$L = L_0 \times \left(\frac{V_0}{V}\right)^{14} \text{ и } W = W_0 \times \left(\frac{V}{V_0}\right)^{1,6}, \quad \ldots (2)\ (3)$$

то после преобразований получаем расходы R при повышенном напряжении:

$$R = Q \times W_0 \times K_2 \times \left[\frac{1}{L_0} \times \left(\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q\right) \times \left(\frac{V}{V_0}\right)^{14} + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{V}{V_0}\right)^{1,6} \times 10^{-3}\right] \ldots\ldots\ldots (4)$$

На рис. 1 показано отношение $\frac{R}{R_0}$ для разных случаев отношения $\left(\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q\right)$ для обычных промышленных ламп, у которых $L_0 = 1\,000$.

Те же данные приводятся в таблице I.

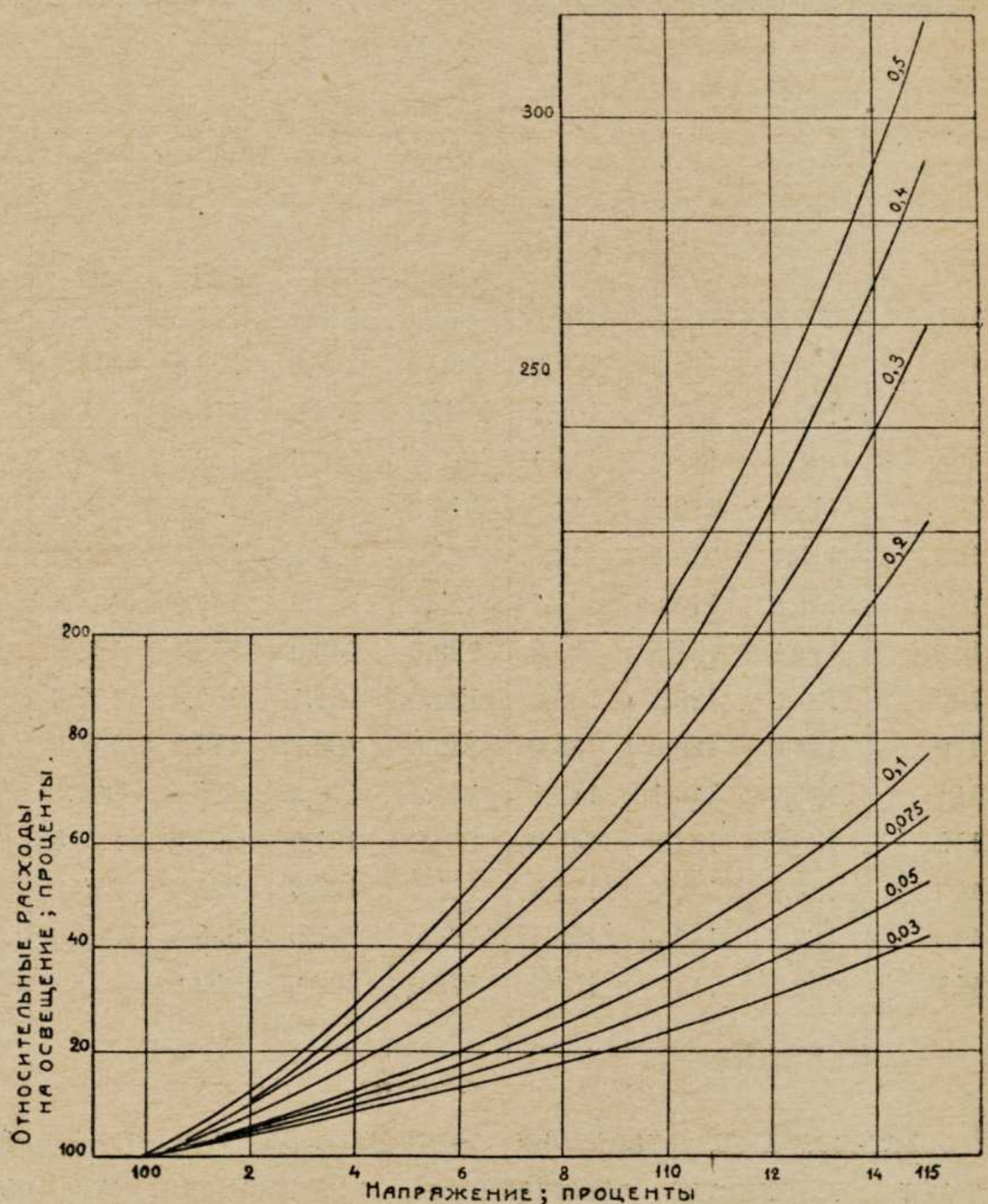



Рис. 4. Рост стоимости освещения при увеличении напряжения для разных отношений стоимости единицы мощности эл. лампы к стоимости эл. энергии $\left(\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q\right)$.

## ТАБЛИЦА I.

Относительное увеличение расходов — в процентах — на освещение $\left(\frac{R}{R_1}\right)$ при повышении напряжения для разных отношений стоимости единицы мощности электрической лампы $\left(\frac{P}{W_0 \times K_2}\right)$ к стоимости электрической энергии (Q).

| Напряжение; проценты. | $\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q.$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,03 | 0,05 | 0,075 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 101 | 102,0 | 102,2 | 102,6 | 103,0 | 103,8 | 104,6 | 105,3 | 106,0 |
| 102 | 104,0 | 104,5 | 105,2 | 106,0 | 108,0 | 109,8 | 111,3 | 113,0 |
| 103 | 106,1 | 107,0 | 108,1 | 109,0 | 112,2 | 115,3 | 117,9 | 120,1 |
| 104 | 108,3 | 109,9 | 111,1 | 112,6 | 117,6 | 122,0 | 125,5 | 128,8 |
| 105 | 110,7 | 112,4 | 114,2 | 116,2 | 123,0 | 129,0 | 134,0 | 138,0 |
| 106 | 113,1 | 115,4 | 118,0 | 120,3 | 129,1 | 136,9 | 143,0 | 148,6 |
| 107 | 115,8 | 118,5 | 121,7 | 125,0 | 135,9 | 145,1 | 153,3 | 160,3 |
| 108 | 118,1 | 121,8 | 125,9 | 129,6 | 143,0 | 154,8 | 164,8 | 173,2 |
| 109 | 121,0 | 125,1 | 130,0 | 134,9 | 151,1 | 165,4 | 177,6 | 187,8 |
| 110 | 124,0 | 129,0 | 135,0 | 140,5 | 160,1 | 177,2 | 191,9 | 204,2 |
| 111 | 127,2 | 133,1 | 140,0 | 146,8 | 170,3 | 190,4 | 207,5 | 222,5 |
| 112 | 130,8 | 137,6 | 145,6 | 153,3 | 181,0 | 205,0 | 225,5 | 242,4 |
| 113 | 134,1 | 142,2 | 151,9 | 161,0 | 193,6 | 221,0 | 245,0 | 265,8 |
| 114 | 137,7 | 147,0 | 158,1 | 168,8 | 207,0 | 239,0 | 266,8 | 291,0 |
| 115 | 142,1 | 153,0 | 165,9 | 178,0 | 222,0 | 259,2 | 291,2 | 319,0 |

В осветительных установках второго рода, т.-е. в которых не требуется постоянство освещенности, при условии, конечно, что последняя не опускается ниже дозволительного предела, дело обстоит несколько иначе. Здесь следует искать наивыгоднейшего соотношения между размерами колебаний напряжений в сети и наиболее дешевой освещенностью. Под последним понимается следующее. Электрическая лампа дает наиболее дешевый свет

лишь при определенном напряжении, которое можно назвать наивыгоднейшим. При напряжении бо́льшем или меньшем, освещение удорожается. Для оценки расходов на освещение следует исходить из стоимости люмен-часов.

Вводятся следующие обозначения в дополнение к прежним.

$\gamma_0$ и $\gamma$ — световая отдача в начале срока службы лампы при напряжениях $V_0$ и $V$ соответственно.

$F_0$ и $F$ световой поток в начале срока службы лампы при напряжениях $V_0$ и $V$ соответственно.

$K_1$ — отношение средней световой отдачи за время горения лампы к начальной.

На основании опытных данных, допустимо считать, что следующие приближенные соотношения имеют место для ламп:

$$\frac{F}{F^0} = \frac{W \times \gamma}{W_0 \times \gamma_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^{3,6} ; \quad \frac{\gamma}{\gamma_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right) \quad \ldots\ldots (5)\ (6)$$

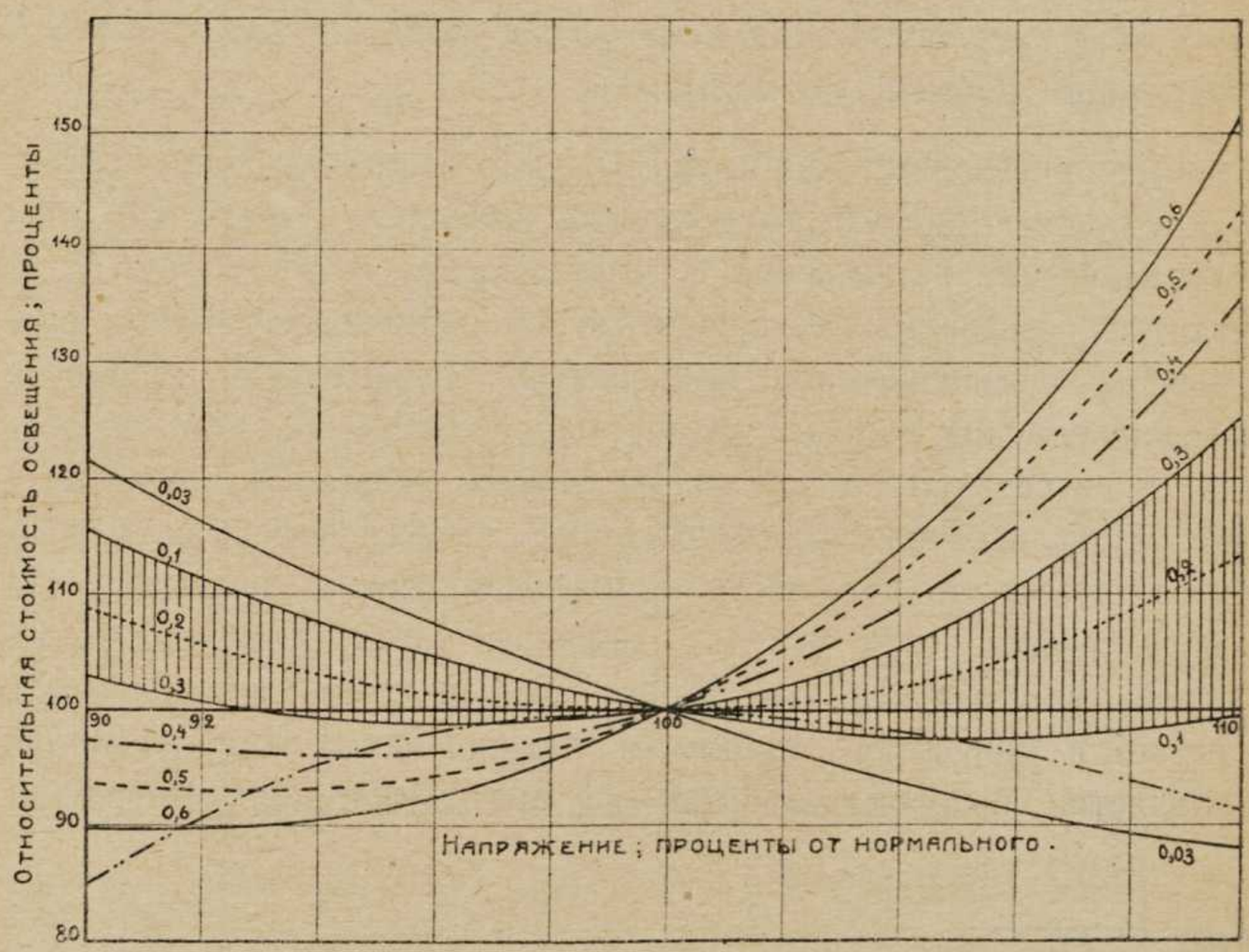



Рис. 4. Влияние изменения напряжения на относительную стоимость освещения для разных отношений стоимости единицы мощности эл. лампы к стоимости эл. энергии $\left(\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q\right)$.

Уравнение (1) после преобразований может дать такое выражение для стоимости одного люмен-часа r:

$$\frac{R}{F_0 \times K_1 \times K_2} = r = \left(K_1 \times \gamma_0 \times \frac{1}{Q} \times 10^{-3}\right)$$

$$\left[\left(\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q\right) \times \times \frac{1}{L_0} \times 10^{-3} \times \left(\frac{V}{V_0}\right)^{10,4} + \left(\frac{V_0}{V}\right)^2\right]. \quad \ldots . \quad (7)$$

Для обычных ламп нормальный срок службы принимается $L_0 = 1\,000$ часов [1]). Для этого, именно, случая рис. 2 и таблица II дают отношение стоимости люмен-часов при различных напряжениях.

Как видно из таблицы II при некоторых соотношениях стоимостей лампы и электрической энергии, изменение напряжения по сравнению с нормальным оказывается выгодным. Происходит это потому, что выпускаемые на рынок лампы не оказываются [2]) надлежащим образом расчитанными.

Вышеприведенные формулы (6) и (7) в надлежащих случаях и позволяют вычислять экономически выгодные падения или пределы изменений напряжения в осветительных сетях. Задачи будут сводиться, следовательно, к нахождению наименьших полных расходов на освещение или наименьшей относительной стоимости люксов-часов при данных (ежегодных) затратах на сеть, зависящих от ее сечения, и на оплату потери энергии в самой сети, обусловливаемых допущенным падением напряжения. Таким образом, в то время, как часто при экономических подсчетах для выбора сечения сети исходят лишь из учета стоимости поглощаемой ею энергии, на самом деле следует еще принимать в расчет и удорожание стоимости горения ламп. Это положение и является основным выводом из предыдущего по отношению

---

[1]) Если бы $L_0$ соответствовало наиболее экономичному сроку службы лампы, то результаты получились бы несколько иными. См. главу II: „Нормальные требования к электрическим лампам“.

[2]) А иногда и не могут оказаться. См. предыдущую сноску.

## ТАБЛИЦА II.

Относительная стоимость—в процентах—люмен-часов при изменении напряжения для различного отношения стоимости единицы мощности лампы $\left(\frac{P}{W_0 \times K_2}\right)$ к стоимости 1 kWh ($Q$).

| Напряжение; проценты | $\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,03 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| | п | р | о | ц | е | н | т | ы |
| 90 | 120,8 | 119,2 | 115,1 | 108,5 | 102,8 | 97,5 | 93,5 | 89,6 |
| 91 | 118,8 | 117,0 | 113,2 | 107,0 | 101,8 | 96,9 | 93,1 | 89,5 |
| 92 | 115,9 | 114,5 | 111,2 | 105,2 | 100,4 | 96,3 | 92,9 | 89,5 |
| 93 | 113,4 | 112,2 | 109,4 | 104,1 | 99,6 | 96,0 | 92,7 | 89,7 |
| 94 | 111,2 | 110,1 | 107,6 | 102,9 | 99,0 | 95,8 | 93,0 | 90,4 |
| 95 | 109,1 | 108,2 | 106,0 | 102,0 | 98,7 | 95,9 | 93,5 | 91,2 |
| 96 | 107,1 | 106,4 | 104,5 | 101,2 | 98,6 | 96,2 | 94,2 | 92,2 |
| 97 | 105,1 | 104,5 | 103,1 | 100,4 | 98,5 | 96,7 | 95,1 | 93,6 |
| 98 | 103,1 | 103,0 | 102,1 | 100,2 | 98,8 | 97,5 | 96,4 | 95,3 |
| 99 | 101,6 | 101,2 | 100,9 | 100,0 | 99,2 | 98,8 | 98,0 | 97,5 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 101 | 98,4 | 98,5 | 99,3 | 100,2 | 101,0 | 101,8 | 102,3 | 102,8 |
| 102 | 96,8 | 97,3 | 98,5 | 100,4 | 102,0 | 103,8 | 105,0 | 106,0 |
| 103 | 95,4 | 96,3 | 98,0 | 101,2 | 103,8 | 106,2 | 108,2 | 109,8 |
| 104 | 94,0 | 95,1 | 97,7 | 102,0 | 105,8 | 109,0 | 111,8 | 114,1 |
| 105 | 92,9 | 94,1 | 97,5 | 103,0 | 108,0 | 111,6 | 115,8 | 119,0 |
| 106 | 91,5 | 93,5 | 97,5 | 104,6 | 110,6 | 116,0 | 120,4 | 124,1 |
| 107 | 90,5 | 92,7 | 97,7 | 106,1 | 113,8 | 120,2 | 125,6 | 130,4 |
| 108 | 89,5 | 92,2 | 98,2 | 108,6 | 117,2 | 124,6 | 131,3 | 136,2 |
| 109 | 88,7 | 91,8 | 98,7 | 111,0 | 121,1 | 130,1 | 138,0 | 148,1 |
| 110 | 88,0 | 91,5 | 99,5 | 113,6 | 125,8 | 136,0 | 144,8 | 152,9 |

к определению допускаемых изменений и падений напряжения в осветительных сетях. Как видно, вообще говоря, пределы изменений напряжения могут быть значительными и в то же время допустимыми, если они экономически оправдываются (и если, конечно, мгновенные или быстрые изменения напряжения удовлетворяют условиям, определяемым свойствами зрения, о чем говорилось в первой части статьи). Следует, однако, оговорить, что чрезмерные перенапряжения в сети все же не желательны для электрических ламп, в особенности к концу их срока службы, т. к. таковой может преждевременно оборваться. Поэтому, длительные перенапряжения, хотя бы они и были экономически оправдываемы, не должны превосходить таких пределов, которые сокращали бы срок службы ламп, примерно, до 200—300 часов. Кратковременные же перенапряжения, т.-е. длящиеся лишь несколько минут, не должны выходить за пределы, соответствующие уменьшению длительности горения ламп, примерно, до 100—150 часов. Для существующего сортамента русских ламп, со сроком службы в 1 000 часов пределом длительного перенапряжения является 9—11% по отношению к номинальному напряжению ламп, а пределом кратковременного 12—14%. Но, конечно, указанные границы являются лишь самыми крайними, технически допустимыми. В обычных условиях названные проценты перенапряжений должны бы быть раза 3—5 менее. Условия, встречающиеся в практике осветительных сетей, настолько разнообразны в отношении длины проводов, их стоимости, цены эл. энергии и ламп, продолжительности горения и т. д., что общие формулы для определения наивыгоднейших падений оказываются сложным. Повидимому, более целесообразно решать вопрос применительно к каждому отдельному случаю.

Как уже указывалось в начале доклада, в задачи его входит лишь указание на вышеописанные исходные положения для определения допускаемых падений напряжения в сетях. Поэтому дальнейшее изложение ограничивается лишь рассмотрением нескольких отдельных примеров.

**Падение напряжения от группового щитка до последней лампы.**

Возьмем пример из заводской практики (Осветительная установка первого рода). Пусть у распределительного щитка поддерживается постоянное напряжение, равно 120 V плюс падение

напряжения до последней лампы [1]). От него идет линия проводов длиною 20 m. К ней на расстоянии от щитка до первой лампы в 4 m и далее через каждые 4 m присоединено 5 ламп мощностью по 300 V. Стоимость такой лампы принимается в 350 копеек. Стоимость электрической энергии – 18 к. за kWh. Число часов горения ламп в год—1 000. Стоимость сети погашается ежегодными отчислениями в 13,15% (в 15 лет по 10% сложных). Дальнейшие вычисления сведены в таблицу.

| Сечение линии. mm.² | Падение напряжения до последней лампы; проценты. | Среднее (арифмет). падение напряжения до каждой лампы; проценты. | $\frac{P}{W_0 \times K_2} : Q$ | Удорожание стоимости горения ламп (по среднему падению); проценты. | Стоимость двухпроводной линии; копейки. | Ежегодное погашение стоимости линии; копейки. | Стоимость горения одной лампы при 120 V. | Стоимость горения всех ламп, учитывая повышение напряжения; коп. | Стоимость горения плюс оплата сети; копейки. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,5 | 3,50 | 2,56 | 0,067 | 6,5 | 2 350 | 309 | 5750 | 30 619 | 30 928 |
| 2,5 | 2,10 | 1,54 | „ | 3,9 | 2 550 | 336 | 5 750 | 29 871 | 30 207 |
| 4 | 1,32 | 0,96 | „ | 2,4 | 2 750 | 362 | 5 750 | 29 440 | 29 802 |
| 6 | 0,88 | 0,64 | „ | 1,7 | 3 510 | 462 | 5 750 | 29 239 | 29 701 |
| 10 | 0,53 | 0,39 | „ | 1,0 | 4 330 | 569 | 5 750 | 29 038 | **29 607** |
| 16 | 0,33 | 0,24 | „ | 0,6 | 5 550 | 730 | 5 750 | 28 922 | 29 652 |

[1]) Регулировать напряжение в осветительных сетях всегда необходимо применительно к тому его значению, какое фактически должно иметь место у распределительных щитков. При этом напряжение поддерживается здесь несколько выше нормального, дабы обеспечить надлежащее напряжение у наиболее отдаленных ламп.

Как видно, наивыгоднейшим сечением оказывается 10 $mm^2$ Это же сечение оказывается наиболее подходящим и для случая продолжительности горения ламп всего лишь 600 часов в год. Понятно, что чем дольше горят лампы, тем меньше приходится допускать падение напряжения. Последнее зависит также от стоимости устройства сети и условий ее погашений. Стоит обратить внимание, что экономически допускаемые падения, обычно, получаются меньшими, чем то принимается на практике. Так, в данном случае, оказалось выгодным иметь падение напряжения всего лишь в 0,5%, вместо обыкновенных расчетных 1,5%.

Экономичность установки регулятора напряжения. Пользуясь вышеприведенными данными, легко можно подсчитать, насколько выгоднее, удорожив стоимость электрической энергии, уменьшить колебания напряжения в сети. Допустим, напр., что некоторый заводский осветительный трансформатор, питаемый городской электрической сетью, имеет на стороне низкого напряжения значительные колебания напряжения. Спрашивается, в случае каких колебаний напряжения становится выгодным применить автоматический регулятор напряжения? Пусть:

1) Мощность осветительной нагрузки—100 kW.

2) Средняя мощность ламп—120 W и их средняя цена—150 коп.

3) Стоимость электрической энергии—18 коп. за 1 kWh (на низком напряжении).

4) Средняя продолжительность горения ламп за год—800 час.

5) Стоимость потребляемой энергии за год : $120 \times 800 \times 0{,}18 = 17\,280$ рублей.

6) Средняя амплитуда колебания напряжения за время горения ламп составляет 0,6 наибольшей.

7) Регулятор напряжения с установкой стоит 3 200 рублей. Стоимость его погашается в течение 15 лет по 10% сложных, т.-е. ежегодно по 13,15%, кругло по 420 рублей, что удораживает стоимость электрической энергии на: $\frac{420}{17\,280} \times 100 = 2{,}4\%$.

8) Потеря энергии в регуляторе за год составляет около 2,5%.

Таким образом, установка регулятора удорожает стоимость электрической энергии на 4,9%. При указанных выше условиях регулятор становится выгодным, когда наибольшее колебание на-

пряжения (см. п. 6) без него превосходит (пользуясь рис. 1), примерно, 3,2%.

Если бы речь шла об осветительной установке 2 рода (допускающей переменную освещенность) и если бы напряжение колебалось, спускаясь все время ниже нормального, то, пользуясь таблицей II или рис. 2, можно было бы притти к выводу, что применение регулятора напряжения окажется выгодным, когда наибольшее падение напряжения в сети превосходит, примерно, 5,5%.

Подобно вышеизложенному находятся наивыгоднейшие падения напряжения в питательных и распределительных проводах.

Подбор наивыгоднейшего напряжения ламп. В некоторых случаях, т.-е. тогда, когда выравнивание колебаний напряжения обходится дорого, оказывается выгоднее допускать более или менее значительные колебания напряжения в осветительных сетях. Возникает вопрос: в условиях меняющегося напряжения, с каким номинальным напряжением следует применять лампы. Очевидно, возможно два ответа. Либо лампы нужно брать такого номинального напряжения, чтобы получить требующуюся освещенность при наибольшем падении напряжения в сети, либо нужно подобрать такое номинальное напряжение, при котором можно получить наиболее дешевое освещение. Для этого следует пользоваться данными таблицы II. Покажем на примере, как выполняется последнее решение о выборе номинального напряжения. Пусть, напр., в условиях домашнего освещения на протяжении года лампа горит 1 500 часов при следующих напряжениях (взято из практики):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | часов | горит | при | напряжении | —100% (120 V). |
| 100 | „ | „ | „ | „ | 99 „ |
| 200 | „ | „ | „ | „ | 98 „ |
| 300 | „ | „ | „ | „ | 97 „ |
| 250 | „ | „ | „ | „ | 96 „ |
| 200 | „ | „ | „ | „ | 95 „ |
| 150 | „ | „ | „ | „ | 94 „ |
| 100 | „ | „ | „ | „ | 93 „ |
| 100 | „ | „ | „ | „ | 92 „ |
| Итого 1 500 часов | | | | | |

Из опасений быстрого перегорания лампы при повышении напряжения на практике часто выбирают ее с таким номинальным

напряжением, которое равняется наибольшему. Это далеко не всегда оказывается правильным. Пусть в вышеуказанном случае имеется в виду применить лампу в 50 W, расчитанную на срок службы в 1 000 часов при номинальном напряжении, Цена лампы—75 копеек, а электрической энергии—18 коп. за 1 kWh. Если воспользоваться данными таблицы II или рис. 2, то можно путем очевидных подсчетов установить, что выгоднее применить лампу не на 120 V, и даже не на 115 V, а на 110 V. Именно, стоимость освещения (люмен-часов) при лампе 115 V дешевле на 4,2%, а на 110 V дешевле до 6,2%, чем при лампе на 120 V. Но, конечно, как освещенность, так и полные расходы на освещение будут больше у ламп с меньшим напряжением. Так, средняя освещенность от лампы на 110 V будет, приблизительно, на 37% больше, а на 115 V—на 15% больше, чем от лампы на 120 V. Таким образом, выгоднее было бы применять лампу в 40 W на 110 V, чем в 50 W на 120 V.

Если в условиях предыдущего изменения в сети напряжения требовалось бы иметь определенную освещенность при наименьшем напряжении, то при указанных выше ценах на лампу и электрическую энергию, перерасход на освещение (вследствие горения лампы при напряжениях выше наименьшего) составил бы около 12%. Из этой цифры можно исходить при выяснении вопроса о том, в какой мере выгодно для ослабления колебаний напряжения принимать те или иные технические меры.

Стоит, между прочим, заметить, что в различных участках больших и разветвленных осветительных сетей общественного пользования практически вполне возможно, если к тому побуждает необходимость и техническая целесообразность, допускать разные номинальные напряжения для ламп, коль скоро сеть действительно не имеет повсюду одинакового напряжения в часы, когда применяется искусственное освещение. Но, конечно, это не есть лучшее решение вопроса.

## IV.

### Экономика в распределении света.

Постановка вопроса. Дневное освещение для внутренних помещений часто считают образцом, которому желают следовать при выполнении электрического. Однако, первое оказывается

действительно хорошим по совокупности своих свойств, главным образом тогда, когда дневной свет оказывается как бы в избыточном количестве. Соответственно этому и электрическое освещение гораздо легче хорошо выполнить, когда света внутри помещения очень много. Напр., современный способ устройства хорошего освещения в фабрично-заводской, а также и домашней обстановке в американской практике обычно состоит в сильном освещении всего помещения, чаще всего без того, чтобы считаться с расположением отдельных рабочих мест, столов и т. д. Таким образом, подается свет, при том в большом количестве и в места, где в том нет особой необходимости. В современных условиях СССР электрическое освещение считается—хотя далеко не всегда справедливо—дорогим. Поэтому представляется существенно необходимым рассмотреть, как можно осуществлять хорошее освещение без излишних потерь света. В задачи данного доклада входит выяснение лишь основных исходных положений для распределения света, без полного разбора подробностей. Имеется ввиду лишь указать, на что, именно, следует обращать внимание, когда желают экономно распределять свет и в каких направлениях необходимо совершенствовать осветительные установки. При этом вопрос о том, сколько нужно света, или, точнее, какие освещенности нужно применять в различных случаях практики—вовсе здесь не разбирается [1]).

Осветительный колпак. Как общее правило, можно считать, что применение открытой электрической лампы, хотя бы с колбой матового или молочного стекла без осветительного колпака, не является целесообразным с точки зрения распределения света. Кроме того, освещение открытыми лампами оказывается почти всегда не допустимым с точки зрения необходимости ослабления блескости [2]). Поэтому осветительный колпак (светильник без лампы) является необходимой и очень существенной частью осветительного устройства. При рассмотрении вопросов экономики освещения первым делом должно быть обращено внимание на осветительный колпак. При этом, естественно, требуется, чтобы он:

---

[1]) Подробнее см. об этом в пояснениях автора к „правилам искусственного освещения помещений для работы".

[2]) Об этом см. нормы освещенности и пояснения к ним, принятые Комиссией по Осветительной Технике ЦЭС'а для фабрик, заводов, лечебных заведений, улиц, школ и т. д.

1) имел высокий коэффициент полезного действия и 2) давал нужное перераспределение светового потока от лампы. Третьим вопросом в экономике освещения стоит: правильное распределение источников света.

Коэффициент полезного действия колпака. Из-за необходимости сокращения первоначальных затрат на устройство освещения часто применяют дешевые колпаки. Между тем, в эксплоатации они, обычно оказываются, самыми дорогими.

Некоторую долю светового потока открытой лампы колпак обязательно поглощает. В зависимости от материала, из которого сделан колпак, от степени его закрытия, т. е. от той доли светового потока лампы, которая, собственно, перераспределяется, и затем от очертаний колпака,—поглощение может быть различным. Встречающиеся на практике потери света лежат в пределах $10 \div 60\%$. Здесь не представляется возможным дать справку о коэффициенте полезного действия различных колпаков. Отметить стоит лишь следующее. Фотометрическая лаборатория Главной Палаты мер и весов недавно произвела определение к. п. д. 13-ти наиболее распространенных типов колпаков, приобретенных от лучших фирм в Англии, Америке и Германии. Выяснилось, что полученные данные оказываются несколько ниже, и иногда значительно, по сравнению с тем, что обыкновенно дается фирмами. Изделия заводов СССР, относящиеся к новым типам колпаков, еще, повидимому, не приобрели окончательно установившихся свойств, поэтому о них говорить пока преждевременно. Можно лишь сказать, что применяющаяся до ныне окраска колпаков лаковой краской не дает благоприятных результатов. Молочное же стекло, употребляющееся в некоторых видах колпаков, колеблется в своих качествах; при этом иногда оно не уступает лучшим заграничным образцам. В некоторых же случаях, при том более частых, имеет значительные потери света. Конечно, колпаки с большим коэффициентом полезного действия стоят дороже. Тем не менее, применение их оказывается более выгодным. Пусть речь идет о глубоком коническом железном колпаке, столь часто ныне применяемом в разнообразных случаях, хотя, следует это подчеркнуть, для подавляющего большинства осветительных установок он вовсе не подходящ. Такой колпак, выкрашенный внутри белой краской, стоит 90 копеек и имеет коэфф. полезного действия

порядка 50%. Подобный же колпак, облитый внутри белой стеклянной эмалью стоит около 3 р. 50 коп. и имеет коэффициент полезного действия около 62%. Что выгоднее? Для правильного сравнения надо еще принять во внимание, что крашенный колпак имеет полезный срок службы порядка 3-х лет, а эмалированный—8. При условии погашения затраченного капитала в соответственные сроки и уплаты 10% сложных придется ежегодно погашать: 1) для первого колпака 40,21%, т. е. 37 коп., и для второго 18,75%, т. е. 60 коп. Пусть применена лампа мощностью в 30 W. Она горит 800 часов в год. При цене электрической энергии—18 копеек за 1 kWh — оплата ее потребует 4 р. 32 коп. К этому нужно прибавить стоимость лампы—60 коп. Таким образом, в случае применения эмалированного колпака ежегодные расходы возрастают всего на $\frac{60 - 37}{492 + 37} \times 100 = 4{,}4\%$, в то же время света получается больше на $\frac{62 - 50}{50} \times 100 = 24\%$. Путем подобных подсчетов и следует всегда выяснять, оказывается-ли целесообразным применять колпаки с высоким коэффициент полезного действия.

Довольно разнообразные подсчеты автора показали, что в подавляющем большинстве случаев оказываются более выгодным осветительные колпаки, именно, с высоким коэффициентом полезного действия, в частности, с серебряной отражающей поверхностью. Как общее правило, ныне наиболее часто применяемые крашеные колпаки—не выгодны. Имеющиеся в употреблении и на рынке колпаки из молочного стекла нуждаются в тщательном отборе для изъятия имеющих большие световые потери и, следовательно, убыточных в эксплоатации.

Следует еще отметить, что коэффициент полезного действия колпаков уменьшается от запыления и загрязнения. Поэтому они, как и самые лампы, нуждаются в чистке. Наконец, отражающие и рассеивающие свет поверхности колпаков с течением времени ухудшают свои свойства и их своевременно следует заменять новыми. Таким образом, однажды установленные осветительные колпаки отнюдь нельзя предоставлять самим себе. Напротив, они нуждаются в повторяющемся надзоре. Этот последний, по крайней мере, в крупных установках, должен осуществляться помощью тех или иных световых измерений, напр., люксметром.

Коэффициент использования светильника (лампы с колпаком). На практике часто не стремятся к тому, чтобы установить полное соответствие между требуемым распределением освещенности, напр., в данном помещении, и распределением света, получаемого от колпака. В результате получается плохое использование светильника и излишние денежные расходы. Осветительная установка тем экономичнее, чем больше коэффицент использования светильника, т. е. чем больше отношение светового потока, падающего на те поверхности, которые нужно осветить, ко всему световому потоку, исходящему из светильника. Допустим, напр., что речь идет о настольной лампе. Ее задача — осветить лишь стол. Освещать все данное помещение—не ее обязанность; это лучше делать отдельной лампой. Оказывается, что имеющиеся ныне в продаже колпаки для местного освещения освещают площадь, значительно большую, чем стол. Для наиболее, в настоящее время, распространенных глубоких конических колпаков коэффициент использования равняется, примерно, всего лишь около 30%. Если еще учесть коэффициент полезного действия колпака—50%— то оказывается, что обычно при местном освещении теряется до 85% света. В существующих (неудовлетворительных, конечно) осветительных установках с общим освещением—по определениям автора—потери света из-за низкого коэффициента использования и малого коэффициента полезного действия осветительного колпака, достаточно часто оказываются чрезвычайно значительны: порядка 70÷90%.

Вообще, потери света из-за плохих и неподходящих колпаков наиболее значительны и наиболее убыточны по сравнению с иными в осветительных установках. Вот почему вопросу о применении целесообразных колпаков следует придавать наибольшее внимание при устройстве освещения. Между тем, указанному чаще всего не придается должного значения. Из-за этого то существующие осветительные установки и оказываются не рациональными и экономически не целесообразными. Здесь не представляется возможным дать указания для правильного выбора колпаков, т. к. это, к сожалению, не может быть кратко изложено. Лишь на следующее обращается внимание.

Как раз в целях экономии в освещении устраивают часто так называемое местное освещение, т. е. освещение лишь рабочих по-

верхностей [1]) (стола, станка, верстака) без того, чтобы достаточно осветить все рабочее помещение так называемым общим освещением. Такой способ освещения, однако, совершенно не удовлетворителен по отношению к нормальной работе глаз. Не входя в подробности [2]) укажем, что, напр., в заводской, конторской и домашней обстановке к полезно освещаемым поверхностям следует всегда относить соседние поверхности или площадь пола, окружающую данное рабочее место, примерно, на 1,5 m спереди и по бокам ее. Точно также должны быть освещены поверхности отвесные и наклонные по высоте, считая от пола не меньше чем 2,5—3,5 m. Освещенность всех этих вспомогательных для зрения поверхностей, в особенности, если они светло-окрашены, может быть взята меньшей, чем рабочих. Именно, освещенность их может быть порядка 25÷75 люксов при освещенности рабочих поверхностей порядка 50÷500 люксов. Указанное распределение освещенности возможно осуществлять помощью как совместного действия общего и местного освещения, так и одного общего, если подобрать надлежащий осветительный колпак, дающий усиление освещения на рабочих поверхностях. Последнее решение дает более благоприятные для зрения результаты часто при меньших затратах. Еще раз надо подчеркнуть, что сильное освещение с избытком света, осуществляемое преимущественно без местных ламп, по большей части оказывается лучше для глаз. Но в случае неизбежности удешевлять освещение приходится итти по вышеуказанному пути.

Стремление применять колпаки с высокими коэффициентами полезного действия и использования может находиться иногда в противоречии с необходимостью ослабления блескости. Именно, открытые снизу колпаки, в особенности, зеркальные или полузеркальные дают, обыкновенно, наиболее дешевое освещение. Но, вместе с тем, они менее благоприятны для зрения в отношении блескости, чем такие же колпаки, прикрытые снизу матовым или молочным стеклом. Эта последняя защита для глаз значительно ослабляет блескость, но увеличивает потери света и уменьшает освещенность.

---

[1]) Т. е. тех поверхностей, на которые нужно смотреть по условиям производимой работы.

[2]) См. об этом в пояснениях к «Правилам искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и т. д.“

Не входя в подробное рассмотрение поставленного вопроса, ограничимся следующими заключениями. Когда в осветительной установке имеется невысокая освещенность, напр., не выше наименьших норм, рекомендуемых Комиссией по Осветительной Технике ЦЭС'а для освещения заводских и иных рабочих помещений, то лучше увеличивать освещенность, применяя частично открытые лампы и несколько тем усиливая блескость, чем поступать наоборот, применяя полное прикрытие ламп молочным или матовым стеклом и ослабляя тем освещенность. При высоком уровне освещенности—в несколько раз большей упоминавшихся норм ЦЭС'а—становится целесообразнее ослаблять блескость за счет некоторого уменьшения освещенности. Конечно, во всех случаях следует допускать блескость не в большем размере, чем то указывается «Правилами освещения помещения для работы» [1]).

Распределение источников света. Часто считают, что чем меньше источников света выбрано для освещения данного помещения, тем дешевле обходится освещение при одной и той же освещенности. Однако, это далеко не всегда справедливо. При больших расстояниях между лампами приходится выбирать такие осветительные колпаки, которые направляют значительную долю светового потока в стороны. Такие колпаки часто имеют меньший коэффициент полезного действия, и, что существеннее,—коэффициент использования света от них получается невысокий. Важно также отметить, что освещение тех или иных поверхностей наклонно падающими на них световыми лучами чаще всего менее выгодно, чем отвесными, или лучше почти отвесными (75° : 60° с поверхностью). По совокупности этих и некоторых других причин слудует стремиться:

1) во-первых к тому, чтобы поверхности, которые нужно освещать, располагались по возможности в горизонтальных плоскостях, т. к. освещение отвесных или наклонных поверхностей обычно обходится значительно дороже, вследствие большей стоимости надлежащих колпаков (обычно так называемых «угловых»—дающих

---

[1]) См. проект их, разработанный автором для Комиссии по Осветительной Технике ЦЭС'а и представляемый ею Съезду.

свет вбок) и меньшего значения для них коэффициентов полезного действия и использования.

2) во-вторых, освещать эти поверхности следует преимущественно отвесными (вертикальными) лучами. В соответствии с этим лампы размещаются на таком расстоянии друг от друга, чтобы на освещаемые поверхности падали лучи света под углом не менее 45÷60° (между лучем света и поверхностью).

При освещении отвесных или сильно наклонных поверхностей необходимо также стремиться к тому, чтобы они освещались лучами, составляющими такой же угол с поверхностями, как и выше указано.

Окраска как рабочих поверхностей, так и всех иных, находящихся в помещении, должна быть по возможности светлой. В этом случае освещенность значительно усиливается (по сравнению с темной окраской) за счет отраженного светлыми поверхностями света.

В заключение нельзя не отметить, что в настоящее время в СССР почти совсем или нет или не изготовляются осветительные колпаки, отвечающие принципам целесообразного и экономичного распределения света. Поэтому почти во всех осветительных установках имеют место чрезвычайно значительные и совершенно бесполезные потери света и, следовательно, электрической энергии. Таким образом, в направлении изжития этого ненормальногэ явления должны быть приняты те или иные решительные и реальные меры.

Дополнение. Для целей предварительных справок ниже приводится несколько практических данных.

В хорошо выполненных осветительных установках каждый ватт мощности электрических ламп, приходящийся на 1 $m^2$ освещаемых поверхностей должен давать около 6—10 люксов при применении газополных ламп мощностью 100 — 200 W. Вообще, число люксов, получаемых от 1 W, приходящегося на 1 $m^2$ пола является в некотором роде мерой экономичности освещения.

В заводской обстановке на каждого рабочего для получения освещенности в 100 люксов потребуется иметь мощность в хорошо выполненной осветительной установке в среднем в пределах 100—

200 W. В конторах и канцеляриях при той же освещенности потребуется около 75—150 W.

В домашней обстановке для освещенности в 50 люксов приходится иметь около 8—10 W на 1 $m^2$ площади пола.

---

**Цена — 60 коп.**

**Для членов Съезда скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центроиздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.146. Тираж 1.700 экз. 3 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Инженера*
*П. М. Тиходеева.*

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ РАБОТЫ [1]).

О б щ е е з а м е ч а н и е. В пояснительной записке к «Правилам искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и других рабочих и служебных помещений» указаны их цель и значение, а также дан ряд к ним относящихся сведений и разъяснений общего характера. Ниже имеется в виду дать технические пояснения и указания по тем вопросам, которые могут наиболее часто встретиться при практическом проведении в жизнь Правил.

Здесь не имеется в виду полностью разъяснить, как выполняется искусственное освещение. Это не входит в задачу данной статьи [2]). Ниже приводится лишь то, что необходимо прежде всего для разъяснения Правил и для надлежащего их толкования. А наряду с этим приводятся и технические указания.

Так как на практике правильное освещение может быть выполнено почти исключительно с помощью электрических источников света, то в дальнейшем изложении лишь эти последние и имеются в виду.

Несколько упрощений сделано в Правилах. Некоторые и иногда довольно существенные соображения относительно устройства освещения опущены в Правилах. Сделано это в виду того, что дело установления Правил для освещения еще совершенно ново для СССР. Поэтому представлялось необходимым составить их возможно короче и проще, имея в виду, что впоследствии, когда Правила станут более привычными, содержание их окажется возможным развить полнее. Важнейшее из опущенного в Правилах приводится ниже в разъяснениях применительно к отдельным вопросам.

### § 1. Общее.

П о м е щ е н и я, н а к о т о р ы е р а с п р о с т р а н я е т с я д е й с т в и е П р а в и л. Правила имеют в виду предусмотреть надле-

[1]) Технические указания и пояснения к «Правилам искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и других рабочих и служебных помещений».

[2]) О расчете и устройстве электрического освещения автор предполагает опубликовать статью в ближайшее время.

жащее освещение не только в тех главных помещениях, где выполняются основные или подсобные производственные работы, но также и во всех прочих, так или иначе с ними связанных. Существенным признаком последних является лишь то, что в таких помещениях постоянно или временно, длительно или недолго могут находиться рабочие и служащие. Вследствие этого необходимо как предупредить возможность несчастных случаев, так и создать надлежащие условия освещения для выполнения работ или перемещения. К таким вспомогательным помещениям относятся: всякого рода складочные помещения, а также входы, проходы, раздевальни, уборные, умывальные, дворы, навесы и проч..

Действие Правил распространяется также и на всякого рода конторы, канцелярии и т. п. учреждения.

В Правилах не предусмотрены такие вспомогательные фабрично-заводские помещения или даже учреждения, как амбулатории, врачебные приемные, столовые, кухни и проч.. Освещение подобных мест должно удовлетворять особым для них Правилам [1]).

## § 2. Освещенность.

Освещенность и яркость. Источники света могут быть более или менее сильными (мощными). Световую их мощность или, иначе говоря, «световой поток» оценивают в особых условных единицах, называемых люменами.

Обыкновенно на практике источники света различают по «силе света» [2]). Силу света измеряют особой условной единицей, называемой «международной свечей».

Шестириковая стеариновая свеча имеет силу света в горизонтальном направлении, приблизительно, в одну «свечу». Пятириковая свеча в таком же направлении имеет силу света 1,3 межд. свечи.

---

[1]) Проекты их в настоящее время (декабрь 1926 г.) разрабатываются Комиссией по Осветительной Технике Ленинградского Отделения ЦЭС'а.

[2]) Это есть отношение светового потока, заключенного в некотором телесном угле, к величине этого угла. Очень часто сила света в различных направлениях оказывается разной. Напр., открытая пустотная электрическая лампочка имеет 25 свечей в направлении, перпендикулярном к оси, а под «носиком» ее сила света составляет всего только 8 свечей.

Источники света (лампа и т. п) выполняют свою задачу освещения таким образом. Они посылают свет в окружающее пространство. Свет падает на поверхности встречающихся по пути предметов. Эти последние некоторую часть света поглощают (гасят), а часть—отражают. Если отраженные лучи света попадают в глаза, то они производят то или иное зрительное впечатление. Таким путем предмет становится в и д и м ы м. Чем сильнее источник света, тем более попадет отраженного от предметов света в глаза, тем яснее [1]) становится видимым предмет. Самый предмет становится ярче освещенным. Итак яркость предмета зависит от отражаемого (или испускаемого) им света. Я р к о с т ь предмета (при прочих равных условиях) и является тем свойством, которое определяет видимость его. Яркость можно измерять. Однако, иногда эти измерения оказываются не столь простыми. Поэтому условия освещения предметов на практике приходится определять часто иначе. Именно, измеряется свет (как говорят, «световой поток»), п а д а ю щ и й на поверхность предмета и освещающий его, а не отраженный им. Вследствие этого принято гов рить об о с в е щ е н н о с т и предметов, которая и определяется получаемым ими светом. Освещенность предмета зависит не только от силы источника, от которого получается свет, но и от расстояния между ними. Если взять электрическую лампочку силою в 50 свечей, то освещенность какого-либо предмета, расположенного на расстоянии одного метра от нее, окажется равной 50 единицам освещенности [2]). Единица освещенности называется л ю к с. Если предмет удалить на два метра, то освещенность уменьшиться в 4 раза и станет равной $\frac{50}{2 \times 2} = 12{,}5$ люксов. А если расстояние увеличить до 3 метров, то освещенность уменьшится еще более, именно в девять раз: $\frac{50}{3 \times 3} = 5{,}6$ люкса. Вообще освещенность может быть вычислена так [3]):

$$\frac{\text{(сила света)}}{\text{(расстояние в метрах)} \times \text{(расстояние в метрах)}} = \ldots\ldots \text{люксов}$$

---

[1]) Если свет не чрезмерно силен.

[2]) Лучи света должны падать отвесно на предмет.

[3]) Для поверхностей, перпендикулярных к падающим лучам. В иных случаях нужно значение силы света умножать еще на косинус угла между падающим лучем и нормалью к поверхности.

Как уже указывалось, падающий на предмет свет в той или иной мере поглощается. Отношение отраженного света (светового потока) к падающему называется коэффициентом отражения. Коэффициент отражения для разных предметов лежит в пределах от 0 до 1. Чем светлее и чем белее окрашен предмет, тем больше его коэффициент отражения.

Чем более коэффициент отражения, тем ярче и виднее при одной и той же освещенности кажется предмет. Например, на одном и том же месте, т.-е. значит, при одинаковой освещенности, лист белой бумаги [1]) кажется светлее и ярче, чем лист бумаги любого другого цвета.

Единицей яркости является международная свеча на один квадратный сантиметр. Она равна яркости поверхности в один квадратный сантиметр, которая имеет силу света в одну международную свечу в направлении перпендикулярном к этой поверхности [2]). Напр., пустотная электрическая лампочка накаливания имеет силу света в некотором направлении 25 свечей; величина поверхности светящейся нити ее [3]) равна 0,143 см$^2$; отсюда яркость (средняя) нити равна 175 $\frac{\text{межд. св.}}{\text{кв. см}}$.

Яркость освещаемых предметов гораздо менее. Напр., яркость белой матовой бумаги, имеющей коэффициент отражения равный 70%, при освещенности в 100 люксов равна, приблизительно, 0,0022 $\frac{\text{межд. св.}}{\text{кв. см}}$.

Коэффициент отражения и окраска помещения. Отраженный от поверхности предмета свет может попадать на потолок, стены, разные другие предметы и этим путем способен усиливать их освещенность. Таким образом, в данном помещении освещенность предметов зависит не только от одних источников света, но и от отраженного света, т.-е., следовательно, также и от коэффициента отражения имеющихся здесь поверхностей. Это справедливо как по отношению к естественному освещению, так и по отношению к искусственному. Окраска потолка, стены и

---

[1]) Коэффициент отражения ее 65 : 75%.

[2]) Яркость рассматривается также в направлении, перпендикулярном к поверхности.

[3]) Точнее говоря: величина проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к направлению силы света.

пола может сильно влиять на освещенность. Поэтому следует потолок красить в белый цвет и время от времени возобновлять покраску. Стены также во многих случаях можно красить в белую или очень светлую краску. Но если находящиеся в данном помещении предметы очень темного цвета и не сильно освещены в то время, как стена освещена сильно, то лучше красить в белую краску лишь верхнюю часть стен (выше 2—2,5 m) [1]). Нижняя же часть стен красится в светло-серую краску (с коэффициентом отражения 35÷45%). Пол часто можно иметь светловатых покрасок (с коэфф. отражения не выше 50%). Весьма существенно также иметь светлую окраску находящихся в помещении предметов. На практике отмечен целый ряд случаев, когда перекраска станин станков, поверхностей верстаков и проч.. в светлые цвета весьма знчительно улучшала освещение данного помещения.

Рабочие поверхности (примечание 1 к § 2). По условиям производимой данным рабочим или служащим работы, обыкновенно, требуется смотреть на ограниченный круг поверхностей. Так, на тисочном столе нужно время от времени смотреть на обрабатываемый и зажатый в тиски предмет. а также на расположенную около тисков часть стола и находящиеся на нем предметы: инструменты, заготовки, чертежи и проч. Все эти поверхности названы в Правилах рабочими.

Весь § 2 говорит в первую очередь об освещенности этих поверхностей, так как это особенно важно по отношению к сохранению зрения.

В некоторых случаях выделить рабочие поверхности на первый взгляд представляется трудным. Напр., на многих автоматических станках работа состоит лишь в общем надзоре за ходом машины. Все же и при таких работах глаза рабочего должны время от времени следить за обрабатываемым предметом или той или иной частью производственной машины. Некоторые такие части часто требуют регулировки или время от времени повторяемого осмотра. Об освещении подобных поверхностей и следует заботиться (примечание 2 к § 2). Вот примеры: на банкоброшах

---

[1]) Дабы устранить неблагоприятное действие на глаза перемежающихся резких темных пятен (от темных предметов) на светлом поле зрения (на стене).

(прядильных машинах) рабочими поверхностями являются нить (на всем ее пути) и вытяжные цилиндры; на гильзовых машинах— гильзы. Вообще, на автоматах оказывается необходимым чаще всего освещать обрабатываемый предмет и соприкасающиеся части производственной машины.

В иных случаях (примечание 3 к § 2) рабочие поверхности оказываются не только трудно выделимыми, но и вовсе неопределенными или даже отсутствующими. Напр., тогда, когда производственные процессы совершаются внутри машины. Работа здесь сводится к общему надзору за ходом машины. В этом случае приходится заботится о том, чтобы видимые для глаз (при обычных положениях рабочего) поверхности машин, аппаратов, чанов, котлов и т. п. были достаточно освещены. Правила не требуют, чтобы были освещены все видимые поверхности. Считается удовлетворительным, когда около половины видимых поверхностей имеют надлежащую освещенность (соответствующую, смотря по обстоятельствам, разряду III или IV § 2-го). При этом проверять, действительно ли освещена половина поверхностей или меньше,—приходится по большей части глазомерно и приближенно.

Численное значение освещенности указано в Правилах лишь как наименьшее, ниже которого она безусловно не должна опускаться. Поэтому следует советовать при расчете осветительных устройств предусматривать известный запас, который часто лежит в пределах 30—40 процентов.

Если бы возник вопрос, какую освещенность можно считать более благоприятной и желательной для работы, то следует иметь в виду, что она, примерно, раз в пять выше наименьшей. Желательные значения освещенности рабочих поверхностей — это 300—1 500 люксов.

Для разных работ, в зависимости от коэффициентов отражения рабочих поверхностей, от размеров обрабатываемых предметов и т. д., освещенность устанавливается различной. Так как точную и резкую границу между отдельными работами провести невозможно, то в сомнительных случаях следует применять более высокую освещенность.

Сами по себе численные значения освещенности установлены таким образом, что исходной принята освещенность в 50 люксов

для чтения печатного текста. Такая освещенность неоднократно найдена различными русскими и иностранными исследователями, также и автором, как наименьшая допустимая.

Следует иметь ввиду, что освещенность в 50 люксов для чтения вовсе не является такой, которая ставит глаза в благоприятные условия для зрительной работы. Скорость передвижения глаз, скорость сведения зрительных осей и скорость зрительного восприятия при такой освещенности оказываются ниже нормальных. Утомление глаз наростает скорее, чем при сильной освещенности. Но вместе с тем это утомление, повидимому, не выходит далеко за пределы нормального и после надлежащего отдыха работоспособность глаза восстанавливается.

У различных лиц чувствительность и работоспособность глаз неодинакова. Лица с недостатками зрения (близорукие и дальнозоркие) обыкновенно нуждаются в более сильном освещении. Глаза пожилых лиц требуют большей освещенности, чем молодых. Вообще, отнюдь нельзя считать, что для той или иной работы легко можно подыскать надлежащую освещенность. Глаз может приспособливаться к данным условиям освещения с большими или меньшими затруднениями. Последние же в обычных условиях не поддаются измерениям или определениям. Поэтому следует предостеречь от того, чтобы в обычных заводских условиях пытаться подбирать опытным путем подходящую освещенность. Обыкновенно, таким путем получаются преуменьшенные числа. Таким образом, необходимо с очень большой осторожностью относиться к обычному «глазомерному» суждению о том, достаточна ли та или иная освещенность.

Опытов по выяснению размера желательной для глаз освещенности было произведено в разных странах очень много. Большинство их выполнялось в лабораторной обстановке, причем зрительная работа была обычно другого вида, чем то имеется на производстве. В общем, вывод из опытов получается такой. В тех случаях, когда требуется с некоторой поспешностью различать мелкие черные печатные буквы или рисунки на белой бумаге благоприятная освещенность составляет несколько сот люксов (пятьсот и выше). В условиях же различных производств гораздо чаще приходится иметь дело с темноватыми или темными поверхностями, на которых различать разные рисунки, черточки, буквы,

царапины, трещины, пятна и т. д. гораздо труднее. Поэтому благоприятный уровень освещенности доходит до 1 000 и более люксов

Современное состояние осветительной техники пока еще таково, что осуществление сильной освещенности при правильном выполнении всей осветительной установки обходится часто недешево. Хотя такое сильное освещение было бы и очень желательно в отношении охраны труда, однако, все же хозяйственные соображения значительно ограничивают стремление дать очень хорошее освещение. Ибо при современном хозяйственном положении промышленности и общем состоянии охраны труда оказывается более правильным лишь до известной степени увеличивать расходы на улучшение освещения, так как одновременно необходимо улучшать и в других отношениях положение трудящихся, что также связано с увеличением затрат со стороны народного хозяйства.

Вот почему при установлении расписания наименьших значений освещенности пришлось исходить не из того, что наиболее благоприятно для глаз, а из того, что является низшей границей допустимого. В связи с этим необходимо еще раз оговорить, что насколько только это возможно, представляется весьма желательным значительно превосходить нормы освещенности, имеющиеся в Правилах.

Для всякой зрительной работы, подобной чтению напечатанного или написанного чернилами на белой бумаге, за наименьшую освещенность установлено 50 люксов. Выше уже упоминалось, что такая освещенность взята исходной для подобного рода зрительной работы, связанной с различением мелких рисунков. Если бы нужно было читать не на белой, а на темноватой бумаге, то для того, чтобы поставить глаз в те же условия работы (как и выше при чтении на белой), нужно освещенность увеличить во столько раз, во сколько темная бумага отражает свет менее белой. По этой причине в расписании освещенности последняя и дается в зависимости от коэффициента отражения рабочих поверхностей. Для того, чтобы упростить расписание, введено лишь тройное разделение поверхностей:

1) темные—имеют коэффициент отражения менее 20%,

2) светловатые и светло-серые—имеют коэффициент отражения от 20% до 50% и

3) светлые—имеют коэффициент отражения более 50%.

Коэффициент отражения многих поверхностей в разных направлениях бывает различным. В часто встречающихся случаях он зависит от относительного положения источника света. В Правилах под коэффициентом отражения понимается численное значение его в направлениях к глазам работающих и при том положении источников света, каковое имеется в действительности.

В том случае, если рабочие поверхности очень темные и имеют коэффициент отражения менее 6%, Правила предписывают уже не определенную освещенность, а определенную яркость. Следующая таблица указывает, какую освещенность нужно иметь, чтобы при данном коэффициенте отражения получить нужную яркость Она вполне справедлива лишь для матовых поверхностей.

| Коэффициент отражения рабочих поверхностей. Проценты. | Освещенность, требуемая для получения яркости | | |
|---|---|---|---|
| | $0{,}5\times10^{-4}$ $\frac{\text{св.}}{\text{кв. см}}$ | $1\times10^{-4}$ $\frac{\text{св.}}{\text{кв. см}}$ | $2\times10^{-4}$ $\frac{\text{св.}}{\text{кв. см}}$ |
| | Люксы. | | |
| 6 | 26 | 52 | 105 |
| 5 | 31 | 63 | 126 |
| 4 | 39 | 79 | 157 |
| 3 | 52 | 105 | 210 |
| 2 | 78 | 157 | 314 |
| 1 | 157 | 314 | 628 |
| 0,5 | 314 | 628 | 1 357 |

Освещенность рабочих поверхностей требуется тем сильнее, чем больше в зрительной работе отягчающих обстоятельств. Таковыми являются:

1) Необходимость различать мелкие предметы или части их, рисунки, буквы, черточки, пятна, узелки, царапины, точки, шероховатости и иные подробности; чем мельче все это и чем на более отдаленном расстоянии от глаз рассматривается, тем бо́льшая требуется освещенность.

В расписании освещенностей данное обстоятельство учитывается. При этом предусмотрен и такой случай, когда, хотя раз-

личать мелкие подробности и не надо, но рассматриваемые поверхности расположены, сравнительно, близко к глазам—не далее 1,5 м. Оказывается, что для облегчения работы глаз здесь требуется некоторое усиление освещенности по сравнению с тем, если бы рабочие поверхности были далеко от них.

Отношение наименьшего размера рассматриваемой части и т. п. к расстоянию последней до глаз, которое, будучи равно $\frac{1}{1\,000}$, является границей между I-м и II-м разрядом освещенностей,—определяется при положении головы работника, наиболее удобном для выполнения производственной работы.

2) Отсутствие значительной разницы в яркостях между рассматриваемым предметом, или частью его и соседними по полю зрения предметами. Каждому из повседневного опыта известно, что глазам, напр., легче видеть черную или серую, чем белую нитку на белой ткани. Это—то, что называется контрастом в яркости между рассматриваемым предметом (или частью его) и полем (фоном), на котором он выделяется, Меньший контраст затрудняет зрение. Данное свойство зрения нашло себе некоторое отражение в расписании освещенностей (выделено в подразряде б) и в более трудных случаях предусматривается бо́льшая освещенность.

Приблизительно так же влияет на зрение и разница в цветах—цветовой контраст—между рассматриваемым предметом и полем, на котором он выделяется.

3) Необходимость быстроты и поспешности в различении разных предметов и частей их. Чем более быстро нужно увидеть что-либо и чем быстрее приходится перебегать глазами с одного предмета на другой, тем бо́льшая требуется освещенность. Недостаточная освещенность замедляет скорость работы и тем самым понижает производительность труда. Важно обратить внимание на то, что Правила не учитывают быстроту работы глаз. Вот почему, в особенности, следует увеличивать освещенность по сравнению с данной в расписании тогда, когда для выполнения производственной работы глаза должны быстро получать и менять зрительные впечатления. Указанная в Правилах освещенность отнюдь не соответствует наибольшей производительности труда. Когда глаз смотрит на движущиеся предметы

(напр., на обрабатываемый предмет на давильном, токарном, строгальном станках и т. д.), также необходимо повышать освещенность.

4) Необходимость беспрерывного без отдыха напряжения глаз. Ясно, что когда напряженная работа глаз чередуется с отдыхом, работоспособность глаз окажется большей, чем когда напряжение глаз оказывается беспрерывным. Это обстоятельство в Правилах не учитывается.

В Правилах не учитываются также и следующие свойства зрительной работы и особенности зрения, которые также влияют на увеличение требуемой для глаз освещенности.

5) Необходимость различать не только присутствие чего-либо (царапин, трещин, узелков и т. п.), но и вид их, размеры и т. д..

6) Необходимость вглядываться попеременно и быстро на рабочие поверхности разной яркости или разного цвета или на предметы различного вида и очертания.

7) Наличие по соседству с рассматриваемыми предметами очень ярко освещенных поверхностей или, что еще менее благоприятно, светящихся частей источников света. В противоположность этому от правильно выполненного освещения требуется, чтобы все, что видно глазам во время их рабочего положения,—все поле зрения было бы приблизительно одинаково ярким.

8) Наличие блесткости в поле зрения (см. об этом ниже).

9) Неблагоприятное направление лучей света. В некоторых случаях неправильно выбранное направление лучей, падающих от источника света, значительно затрудняет зрительную работу. Иногда, напр., при работе с полированными или полуполированными поверхностями, многостороннее направление световых лучей (что часто называют «рассеянным» светом) оказывается гораздо менее благоприятным и требующим бо́льшую освещенность, чем надлежаще выбранное одностороннее.

10) Неподходящая окраска света. Следует иметь в виду, что многие так или иначе окрашенные поверхности предметов несколько изменяют свои цвета при различной окраске источников света. Такое изменение довольно часто бывает при

искусственном освещении по сравнению с дневным. Многие металлические поверхности, напр., железо, чугун, сталь, цинк, олово, алюминий и др., при освещении их обычными электрическими лампами кажутся темнее, чем при дневном освещении, хотя бы освещенность, измеренная обычным способом (люксметрами), и оказывалась одинаковой. Таким образом, при освещении таких поверхностей искусственным светом следовало бы иметь большую освещенность.

Вышеуказанное поясняет, от сколь многих и сложных обстоятельств зависит зрительная работа. Все их не представлялось возможным ввести в учет при составлении расписания освещенностей. Поэтому следует советовать при наличии той или иной отягчающей зрение обстановки увеличивать освещенность по сравнению с тем, что имеется в Правилах.

Освещение кузниц, закалочных и т. п. При горячей обработке металлов и некоторых других случаях требуется, по условиям производства, иметь малую освещенность. Следует, однако, обратить внимание, чтобы такая малая освещенность (определяемая отдельно в каждом данном случае) имелась лишь на том месте, где это действительно нужно. Все же остальное пространство в помещении должно иметь освещенность, не ниже предусмотренной Правилами для соответственных случаев. Часто оказывается целесообразным получать нужную темноту путем создания искусственной тени [1]) в надлежащих местах, что позволяет иметь обычное устройство освещения во всей остальной части помещения.

Соотношение в освещенности помещений не оговаривается в Правилах, [2]) предусматривается лишь освещенность проходов, где переносятся тяжести. Между тем, во многих случаях может встретиться необходимость в том, чтобы, по крайней мере, в проходах между двумя помещениями освещенность имела некоторое значение, связанное с таковым в этих помещениях. Напр., с освещенного солнцем двора по темному проходу, в котором имеется лестница, работающим нужно бывает более или менее часто ходить в рабочее помещение. В проходе и на лестнице согласно «Правилам» достаточно иметь 8 люксов. В таком случае глаза

---

[1]) От занавески, ставня, ширмы.

[2]) В целях их упрощения.

вошедшего со двора в проход ничего не будут видеть под ногами [1]) и ему остается итти ощупью или на-угад, что далеко не безопасно. Таким образом, в данном случае в проходе следовало бы иметь освещенность порядка не меньше 50—100 люксов. С другой стороны, когда снаружи темно, наличие освещенности в проходе равной 8 люксам, оказывается, в общем, достаточным. Следовало бы, в общем, придерживаться такого правила. «Если освещенность на полу в проходных помещениях менее 50 люксов, то она должна равняться не меньше 0,25 освещенности, имеющейся на полу того соседнего помещения, где она наибольшая». При этом принимается во внимание освещенность на той части пола соседнего помещения, которая расположена вблизи проходного помещения.

Может возникнуть предположение, что, так как освещенность предусмотренная Правилами для проходов, незначительна, то не оказывается ли желательным ее, по возможности, повысить. Здесь приходится принимать в соображение следующее. Является существенно важным подготовить глаза работающих к выходу наружу после работы в темное время. Если снаружи освещение слабое, а, вдобавок, дорога требует осмотрительного движения, то следует освещение в проходных помещениях делать не сильным, чтобы облегчить глазам работающих, выходящих из хорошо освещенных мастерских, приспособиться к слабому уровню наружного освещения.

Освещение работ, выполняемых под открытым небом, должно выполняться с соблюдением всех тех правил, которые действительны и для внутреннего освещения. Освещенность, указанная в Правилах для наружного освещения, как 2 люкса (на земле), применима лишь для освещения проходов, служащих для

---

[1]) Требуется некоторое время, измеряемое иногда несколькими минутами чтобы глаза, только что смотревшие на ярко освещенные предметы, приспособились – «присмотрелись»—к слабой яркости. В таких случаях всегда происходит временное затуманивание зрения, которое в заводской обстановке может быть причиной несчастий. Временное нарушение отчетливости зрения, своего рода ослепление, происходит также с глазами при быстром переходе от слабой яркости—к сильной.

Приспособление глаза к той или иной яркости предметов называют адаптацией (глаз).

обычного передвижения людей и разных видов транспорта. Если же здесь выполняется какая-либо работа, напр., погрузка и разгрузка, переноска тяжестей и т. д., то должна иметь место освещенность, соответствующая выполняемым работам.

Добавление искусственного освещения к дневному. Освещенность под открытым небом на протяжении суток чрезвычайно сильно меняется. Также весьма различается она в одни и те же часы по отдельным дням года. Освещенность колеблется на протяжении года от полной темноты до 120 000 люксов [1]) летом под солнечными лучами. Дневная освещенность внутри зданий также колеблется в очень широких пределах. Задача хорошего освещения зданий дневным светом сводится к тому, чтобы отведя снаружи внутрь насколько возможно больше света, получить возможность работать при дневном свете наиболее длительно. Но обыкновенно в зимнее время года, а также и в осеннее и весеннее известные часы суток дневное освещение внутри зданий является недостаточным независимо от способов устройства оконных отверстий, так как само по себе освещение под открытым небом оказывается слабым. Поэтому приходится в такое время усиливать дневное освещение искусственным. Расписание наименьших значений освещенности следует считать действительным, как для естественного, так и для искусственного освещения, а равно и для совместного их действия. Т.-е. следовательно, если дневное освещение становится ниже предписанных освещенностей, то необходимо зажигать искусственные источники света. При этом Правила не ограничивают часы работы при искусственном освещении или при совместном действии искусственного и дневного освещения.

В некоторых случаях работающие жалуются, что одновременное действие искусственного и естественного освещения кажется неблагоприятным для зрения. Если это действительно так, то нужно выяснить, что, именно, в искусственном освещении неблагоприятно (блесткость прямая или отраженная, нежелательное направление световых лучей и неправильное распределение теней, соотношение яркости в центральной части поля зрения и по краям его; может быть, окраска света и т. д.). В соответственных случаях требова-

---

[1]) Измерено автором в Ленинграде в 1925 г.

ния к искусственному освещению должны быть повышены в отношении увеличения освещенности, может быть также в смысле применения источников света, дающих искусственный дневной свет [1]), в направлении более благоприятного расположения источников света, усилений требований к устранению блескости и т. д.

Измерение освещенности. Освещенность в данной осветительной установке с течением времени может несколько изменяться вследствие, напр., ослабления силы света ламп, изменения напряжения в осветительной сети, загрязнения осветительных колпаков и других причин. Поэтому следует время от времени ее проверять, при том путем непосредственных измерений, так как теоретические вычисления освещенности не могут считаться вполне благонадежными. Для измерений освещенности служат особые приборы, называемые люксметрами [2]). Показания этих приборов только тогда являются достаточно достоверными, когда люксметры время от времени [3]) проверяются в Главной Палате мер и весов (или в ее поверочных палатах).

## § 3. Общее и местное освещение.

В настоящее время весьма распространен так называемый способ местного освещения. Под этим понимается такое устройство освещения, когда над каждым местом работы, т.-е. над верстаком, станком и т. п. близко расположена лампа, освещающая только данное место. При этом в дополнение к ним иногда применяют недостаточно мощные лампы, слабо освещающие все данное помещение и создающие так называемое общее освещение. Такое освещение, даже если бы на рабочих поверхностях имелась и вполне удовлетворительная освещенность, по большей части оказывается совершенно неправильным, весьма неблагоприятным и даже вредным для глаз [4]).

Все то, что глаза видят перед собой, удобно для целей данного изложения назвать полем зрения. Свойства глаз таковы, что

---

[1]) Напр., электрические лампы в колбах из голубого стекла, отдельные колпаки из голубого стекла, прикрывающие лампу и т. д.

[2]) Такие приборы теперь изготовляются в Ленинграде.

[3]) Через особо установленные для того сроки.

[4] Главным образом потому, что вызывает ненормальное напряжение глазных мышц, вследствие окружения темнотой освещенного рабочего места.

для облегчения их зрительной работы все это поле зрения должно быть более или менее одинаково ярким. При этом средняя часть поля зрения, т.-е. та, которая в данный момент рассматривается глазом, должна быть лишь немногим ярче, чем окружающая ее часть поля. Такое свойство глаза и заставляет требовать, чтобы были освещены не только рабочие поверхности, но и другие, находящиеся в поле зрения. Таким образом, если напр. перед рабочим, работающим на токарном станке, находится стена, станина какой-либо машины и т. п., то они должны быть освещены, хотя бы по условиям производственной работы на них и. не требовалось смотреть.

Надо еще иметь в виду, что если производственная работа выполняется при наклонном положении головы (напр., над верстаком), то при кратковременных отдыхах среди работы голова выпрямляется и глаза смотрят прямо вперед [1]). Вот почему совершенно необходимо позаботиться и об этом поле зрения, хотя бы оно и не являлось рабочим полем зрения. Следовательно, наряду с местным освещением обязательно должно применяться достаточно сильное общее освещение.

Вследствие многообразия обстановки в производственных помещениях, затруднительно в точности установить в цифрах, как, именно, должно быть освещено все поле зрения. Поэтому Правила дают лишь такого рода указания, какие с одной стороны обеспечивают до известной степени освещенность значительной части поля зрения, а, с другой стороны, выполнение которых легко проверить.

Если возникнет вопрос о том, какое соотношение между освещенностью общего и местного освещения является наиболее желательным, то следует иметь в виду, что чем сильнее общее освещение, тем, по большей части, лучше. Довольно удовлетворительным является такое освещение, когда освещенность от одного местного освещения не превышает освещенность одного общего. Когда же общее освещение превышает 200 люксов местное освещение может значительно превосходить общее без заметного неблагоприятного влияния на качество освещения, так как в этом

---

[1]) Т.-е. голова становится в вертикальное положение и лучи зрения направляются горизонтально.

случае глазам уже не будет столь ощутима значительная разница в яркостях между сильно освещенными рабочими поверхностями и соседними нерабочими. Вот почему и имеет силу примечание 1-е к § 3, хотя в нем для общего освещения предусматривается лишь 100 люксов.

Для большинства случаев практики следует советовать устраивать лишь одно общее освещение, конечно, достаточно сильное. Оно может дать гораздо более благоприятное для работы поле зрения, чем одновременное применение местного и общего освещения. Лишь в отдельных случаях (напр., при шитье темных тканей на швейной машине, у некоторых прессов и т. д.) могут быть полезны лампы местного освещения, но при этом, как уже указывалось, совершенно необходимо достаточно сильное общее освещение.

Размещение ламп. Общее освещение искусственными источниками света устраивается таким образом (речь идет о прямом освещении, наиболее часто встречающемся в заводской обстановке). Мощные лампы подвешиваются возможно выше над рабочими местами. Чаще всего целесообразно помещать их, по возможности, под потолком. Они так размещаются, чтобы получающиеся тени удовлетворяли требованиям § 5. Лампы не следует далеко отставлять друг от друга. Насколько можно, расстояние между лампами не следует делать больше, чем высота подвеса их над полом. Обыкновенно, лампы располагают правильными рядами, параллельными стенам. При этом часто не считаются с относительным расположением ламп и рабочих мест. Однако, предпочтительно каждую лампу помещать сообразуясь с тем, какое получается направление лучей на рабочие поверхности и каково распределение теней (см. § 5). Искусство правильно выполнять осветительное устройство в значительной мере в том, именно, и состоит, чтобы найти для каждой лампы подходящее место, строго согласованное с потребностями выполняемой работы. Можно советовать также применять такой подвес ламп, который в известных пределах позволяет перемещать лампу, дабы на опыте подыскать для нее наиболее подходящее положение.

При устройстве отраженного или полуотраженного освещения (см. о них также ниже) оказывается легко возможным получать хорошо освещенные и мягкие тени (т.-е. плавно сливающиеся с незатененными местами).

## § 4. Равномерность освещения.

При дневном освещении через боковые окна неравномерность освещения помещения может быть очень велика. Но когда освещенность очень сильна, то для глаз это кажется незаметным. Точно также и при сильном искусственном освещении даже значительная неравномерность мало ощутима. Лишь, главным образом, при слабом освещении необходимо считаться с предписаниями § 2. Однако, если применяется одно только общее освещение лампами, достаточно близко расположенными (как указано в § 3), то почти при всяком осветительном колпаке требования параграфа вполне удовлетворяются, часто даже с избытком. При местном освещении неравномерность может оказаться значительной. Но если требования § 3 о соотношении между общим и местным освещением соблюдены, то выбрав такой колпак для лампы местного освещения, который бы помогал равномерно освещать [1]) все рабочее место, легко выполнить указания п. а § 4.

Для того, чтобы пункты в и б легко можно было выполнять, соответствующие места (проходы, раздевальни и т. д.) освещаются несколькими (а не одной) лампами, при чем они располагаются достаточно близко друг к другу и снабжаются подходящими осветительными приборами.

Сама по себе равномерность, в особенности при недостаточно сильном освещении имеет то значение, что при наличии ее поле зрения кажется менее различным по яркости. А как указывалось, это важно для ослабления утомления глаза, для облегчения зрительной работы, а также для устранения некоторых категорий несчастных случаев, обусловленных временным затуманиванием или ослаблением зрения при переходе глаз от яркой поверхности к темной.

В п. а § 4-го допускаемая степень неравномерности дается зависимости от соотношения коэффициентов отражения освещаемых поверхностей данного рабочего места. В случае, если более

---

[1]) Не должно получаться сильного светового пятна под самым колпаком, которое бы освещало лишь часть рабочего места. Нужно выбирать такой колпак, который давал бы под собой достаточно широкое одинаково освещенное пятно по всему рабочему месту. Колпаки в виде прямых конусов, как глубокие, так и мелкие, по большей части для местного освещения не годятся.

темные поверхности расположены в местах более слабого освещения, то чем больше разница в коэффициентах отражения темных и светлых поверхностей, тем более равномерно должно быть освещение, дабы возможно более сгладить различие в их яркости.

Когда освещенность достаточно велика и местах ее наименьшего значения, то тогда в силу свойств глаз разница в яркостях поверхностей, на которые падают наибольшая и наименьшая освещенность, не столь ощутима. Вот почему при большой освещенности требования § 4-го становятся не настолько существенными, а потому и не обязательными, согласно примечанию 2-му.

В довольно большом числе производственных машин (преимущественно, автоматов) поверхности, на которые строго говоря необходимо смотреть во время работы, очень невелики, напр., небольшое пространство около резца, сверла, иглы и т. д.. Однако, отнюдь нельзя ограничиться (напр. при местном освещении) достаточным освещением лишь этих поверхностей. Соседние поверхности, прилегающие части станка, обрабатываемого предмета и т. д., примерно, по площади один квадратный метр и более [1]), должны так освещаться, чтобы удовлетворить требованиям § 4-го.

## §§ 5, 6 и 7. Тени.

Плохо освещенные тени появляются чаще всего: 1) при местном освещении без достаточного общего освещения, 2) при далеко расставленных источниках света для общаго освещения или недостаточном числе их, 3) при слабом общем освещении и 4) при неудачном расположении источников света.

В пояснениях к § 3-му указывалось на предпочтительность применения только общего искусственного освещения. Там же указывалось на желательность размещения ламп: 1) возможно чаще и 2) сообразно размещению станков и машин. Требования § 5-го легко могут быть выполнены, если, как рабочие поверхности, так и проходы будут освещаться не одним источником света, а несколькими, освещающими данное место с нескольких сторон. Понятно, что если в этом случае работающий заслонит свет от одного из источников света, тень будет освещаться другими.

---

[1]) Если производственные машины громоздки.

Следует указать еще на одно обстоятельство. Как общее правило, один источник света, хотя бы и в небольшом помещении, не может дать хорошего распределения света и тени. Поэтому, обыкновенно, лишь, по меньшей мере, четыре источника света могут дать сколько нибудь благоприятное распределение световых лучей.

В проходах и коридорах предпочтительно размещать лампы несколько в стороне от оси прохода, ближе к боковым стенам, при том лучше с двух сторон. В этом случае тени по оси прохода занимают небольшое протяжение и выполнение правил значительно облегчается. Подобное же боковое расположение ламп следует соблюдать и при освещении проходов на дворе снаружи зданий.

На лестницах и на проходах неблагоприятные тени часто являются причиной несчастий и потому к освещению этих мест следует относиться с особенным вниманием.

Общеизвесто, что при очень многих ручных работах дневной свет через боковые окна должен быть слева и что свет спереди, справа или сзади очень затрудняет работу зрения. Свет спереди в большей или меньшей мере создает блесткость, при том часто отраженную (см. ниже). Одно из самых неблагоприятных направлений света бывает тогда, когда падает тень от рук, или от головы, или от инструмента и т. п. как раз на то место, куда надо смотреть. В этом случае глаза вынуждены рассматривать затененное место при более светлых соседних местах. Подобное поле зрения весьма содействует нарастанию усталости глаза, в особенности, если тень (напр. от руки) часто меняется и движется. Вот почему и требуется чтобы на рабочие поверхности тени не падали во всех тех случаях, когда этого можно добиться. При многостороннем искусственном освещении следует обращать особое внимание на устранения неблагоприятных теней. Обыкновенно, если источники света (общего освещения) близки друг к другу, как это советуется в пояснениях к § 3-му, то тени получаются хорошо освещенными. Но при большом расстоянии между лампами или при неподходящих осветительных приборах тени могут оказаться темными. Важно также размещать источники света сообразно рабочим местам и положению работающего, устраняя тени.

Производственные машины громоздкие, напр., типографские печатные машины (как плоские так и ротационные, а также лино-

лип и монотип), прессы, штамповочные машины, обрезные машины (ножницы) и т. д., иногда так устроены, что рабочий в нужные моменты неизбежно заслоняет собою свет, падающий от ламп общего освещения на рабочие поверхности. В подобных случаях необходимо применять лампу местного освещения, может быть, даже несколько их, освещающую затеняемые места.

Когда говорится о тенях от самого работающего, то, конечно, имеются в виду лишь тени, отбрасываемые на рабочие поверхности при нужных, по условиям производства, положениях работающего.

В примечании 2-м к п. б а также и к п. в указывается, что требования этого параграфа имеют в виду однократную тень. Понятно, что если свет загораживается не только с одной стороны, но с нескольких (напр., в проходе между двумя стоящими друг против друга людьми), освещенность в тени может быть очень неблагоприятной. Рассматриваемые параграфы освещенность для таких случаев не предписывают.

## § 8. Постоянство освещенности.

Хотя и при дневном освещении величина освещенности иногда сильно меняется, напр., по переменном нахождении облаков на солнце, но при сколько нибудь большой освещенности—такие изменения, в особенности если они не часты, не действуют утомительно для глаз.

При освещении искусственном колебания освещенности встречаются нередко. Они весьма вредно действуют на глаза, быстро утомляя их, коль скоро освещенность не велика, а колебания ее значительны и часты. Постоянные мигания света вовсе не допустимы.

Раскачивание источников света, если это сопровождается перемещением теней, при том, в особенности, в срединной части поля зрения, производит почти такое же неблагоприятное и вредное впечатление для глаз, как и мигание источников света. Поэтому раскачивание должно быть устранено путем неподвижного закрепления ламп. Часто лампы местного освещения при работе перемещают. Это лишь указывает на то, что освещение выполнено неправильно. Само по себе перемещение лампы в той или

иной мере мешает выполнять производственную работу. И, кроме того, оно затрудняет зрение вследствие быстрых и резких изменений адаптации глаз. Поэтому лампы местного освещения должны быть также неподвижны. Вероятно, или применение достаточно сильного общего освещения (без местного), или постановка нескольких ламп для местного освещения могли бы устранить необходимость в перемещении ламп.

Что касается колебаний в освещенности при электрических источниках света, то нужно отметить следующее. Во многих системах дуговых электрических ламп и при некоторых качествах углей мерцания неизбежны. Потому следует избегать применения таких ламп. Пункт а рассматриваемого § 8-го, таким образом, не разрешает применять мерцающие дуговые лампы.

Колебания напряжения в электрических сетях сильно сказываются на силе света электрических ламп накаливания, а значит и на освещенности. Мгновенное повышение или понижение напряжения на 0,5% уже может быть заметным для глаз. Бо́льшие колебания становятся заметными. Если мерцания света происходят редко, напр., реже одного раза в 3 минуты, то они, обыкновенно, не влияют ни физиологически, ни психологически на зрение. Более частые мерцания становятся раздражающими, неприятными и вредными. Колебания раз 12÷18 в минуту для большинства являются очень раздражающими. Колебания один раз в минуту, если они повторяются периодически через равные промежутки времени, также неприятны. Но уже более редкие или появляющиеся через неодинаковые промежутки времени мерцания не столь чувствительны для глаз, в особенности, если изменения освещенности за время мерцания не велики [1]).

## § 9. Освещение безопасности.

Освещение безопасности или иначе называемое запасное нужно для того, чтобы не оставлять в полной темноте рабочее помещение в случае внезапного погасания света. В противном случае, при возникновении паники легко могут быть несчастные случаи с людьми.

---

[1]) См. также статью автора: „Допускаемые колебания и падения напряжения в электрических осветительных сетях“.

Источники света безопасности размещаются по линии (лучше сбоку) проходов, также у входов и выходов, дабы обеспечить выход из помещения в безопасное место.

Лампы запасного освещения должны светить во все то время, когда горят лампы основного освещения. Это является наиболее надежным способом обеспечить своевременное действие запасного освещения. Но допустимо в электрических сетях автоматическое (а не от руки) включение ламп запасного освещения на независимый источник энергии в случае прекращения горения основного освещения. Действие такого автомата должно достаточно часто проверяться.

Допустимо также соответствующую часть ламп общего (основного) освещения выделить для освещения безопасности и питать ее независимо от остальных источников света.

Для запасного освещения предписывается лишь наименьшее значение освещенности по линии проходов. Имеется в виду, следовательно, прежде всего, обеспечить наличие света для выхода из помещения. Равномерность и правильное освещение теней в этом случае не являются обязательными, но, конечно, само по себе это желательно.

Независимыми источниками энергии можно считать:

1) Аккумуляторная батарея. Если основное освещение питается от той же батареи, то сеть электрических проводов запасного освещения не должна иметь ни общих предохранителей, ни общих рубильников с сетью основного освещения.

2) Отдельные (переносные) аккумуляторы, питающие одну или небольшое число ламп.

3) Газовое освещение в случае, если основное освещение электрическое, и наоборот.

4) Керосиновые лампы.

5) Городская (или районная) электрическая сеть в случае, если основное освещение питается от собственной местной станции и наоборот.

Указанные способы питания ламп освещения безопасности представляется совершенно необходимым применять в особо опасных производствах и предприятиях, относительно которых известно, что внезапное погасание света в них безусловно сопряжено с опасностями. В иных помещениях для работы возможно

ограничиться тем, что электрические лампы освещения безопасности имеют сеть проводов, независимую от сети основного освещения. У обоих сетей не должно быть общих предохранителей и рубильников. Целесообразно, в некоторых случаях, иметь для освещения безопасности отдельный ввод от городской (районной) электрической сети.

Дабы во время потухания основного света легко можно было отыскать, именно те двери, которые являются выходными, оказывается весьма полезным отмечать их лампами зеленого цвета. Эти лампы, собственно, могут быть обычными, если ставятся в фонаре с зеленым стеклом. Такие лампы помещаются или прямо над дверью, или достаточно близко от нее.

## § 10. Устранение блескости.

Под блескостью разумеется свойство светящихся поверхностей, резко или сильно выделяющихся в поле зрения по своей яркости,—препятствовать спокойному, ясному и отчетливому зрению. Поле зрения, по возможности, должно быть равномерно или одинаково ярко. Очень ярко светящиеся собственным или отраженным светом поверхности, создающие, как выше сказано, блескость в поле зрения, часто мешая отчетливому восприятию, непременно затрудняют само зрение. Блескость вызывает особое напряжение глаз и быстрое утомление их. Она является весьма часто встречаемой причиной неудовлетворительного освещения.

Известно, что, если приходится работать лицом к окну, то глаза скорее утомляются. Нетрудно заметить, что голова, обыкновенно, непроизвольно при такой работе за рабочим столом так наклоняется, чтобы не видно было окна. Общеизвестно также, что днем «против света», идущего, напр., через боковое окно, плохо, неотчетливо видно. При искусственном освещении, обыкновенно, дело обстоит гораздо более неблагоприятно. Когда открытые яркие электрические лампы расположены в поле зрения, т. е. так, что при глядении на рабочие поверхности эти лампы виднеются где-либо в стороне или вверху,—«свет режет глаза», т. е. в наличии имеется блескость. Часто рабочее положение головы наклонно, при том таково, что в поле зрения нет ярких источников света. Однако, во время кратковременного отдыха голова

выпрямляется и лучи зрения направляются горизонтально. В это случае находящиеся в поле зрения источники света будут создавать блесткость и вместо отдыха глаза окажутся в положении, содействующем усилению утомления.

До некоторой степени можно таким способом обнаружить, создает ли лампа блесткость. Смотря на какие-либо мелкие предметы требующие тщательного разглядывания, заслоняют, напр., рукой находящийся в поле зрения источник света. Проделав это несколько раз, возможно приметить, что при заслонении лампы зрение облегчается и глаза чувствуют меньшее напряжение.

Влияние блескости на зрение во многих отношениях количественно изучено и известно, но все же некоторые стороны дела еще не вполне выяснены. Следующие положения имеют место. Одно из важных действий блескости состоит в том, что она понижает чувствительность глаза к разнице в яркости двух смежных поверхностей, иначе говоря, к контрасту яркостей, каковая чувствительность является чаще всего самым важным и нужным для зрения свойством глаз. Пусть в случае отсутствия блескости при той или иной яркости поля зрения, т. е., следовательно, при определенной адаптации глаз, эти последние способны различать некоторую известную наименьшую разницу в яркости. Если теперь в поле зрения появится блескость, напр., из-за горящей электрической лампочки, глаза уже не смогут ощущать прежнюю величину разницы яркостей. Так что контрастная чувствительность глаз уменьшается. При данном положении источника света в поле зрения тем более понижается контрастная чувствительность, чем сильнее сам глаз освещается, т. е., чем больше освещенность глаза от данного источника света. Следовательно, чем дальше расположен источник света от глаза, при постоянном, однако, угле между лучом зрения и лучом света, попадающим от источника в глаз,—тем меньше затрудняется им зрение. Если источник света располагается подальше от серединной части поля зрения, т. е. если увеличивается угол между луч м зрения и лучом света от источника, освещающего глаз,—то зрение значительно облегчается (при том обратно пропорционально квадрату угла). При угле около 30° влияние блескости на ослабление контрастной чувствительности уже невелико. Особенно неприятна и вредна для глаз блескость, созданная светящимися

поверхностями, находящимися в нижней половине поля зрения, т. е. ниже луча зрения, идущего от глаза к рассматриваемой точке. В связи с этим следует еще упомянуть об отраженной блескости. От рабочих поверхностей, в особенности, металлических, лучи, идущие от источников света, отражаются как бы от зеркала и могут затем попадать в глаза. Эта отраженная блескость иногда имеет еще более неблагоприятное действие, чем прямая, т. е. когда свет попадает в глаза непосредственно от лампы.

Размеры светящихся частей источника света и их яркость на ослабление контрастной чувствительности мало влияют. Влияние оказывает лишь сила света в направлении к глазу.

Действие нескольких источников света в поле зрения равняется сумме влияний, оказываемых каждым источником.

Следует заметить, что очень часто яркие источники света невольно привлекают на себя внимание блуждающего взгляда. При таком взгляде получается временное частичное ослепление, заключающееся, в частности, в том, что в глазу некоторое время сохраняется остаточное впечатление от источника света, которое не позволяет хорошо разглядывать другие предметы, пока не исчезнет совсем это остаточное впечатление. Остаточное впечатление тем медленнее исчезает, чем больше яркость источников света. Слепящее действие ярких ламп в некоторой мере уменьшается, если как рабочие поверхности, так и те, которые расположены в поле зрения около самого источника света, т. е. обычно потолок или верхняя часть стен, достаточно светлы. Неприятное действие ярких ламп несколько усиливается с увеличением размеров светящегося тела, при сохранении одной и той же яркости и прочих условиях неизменных.

Как зависит утомление глаз, вызываемое блескостью, от положения, силы света и яркости источников света—пока еще не достаточно известно.

Полное устранение блескости при искусственном освещении в заводских условиях часто оказывается трудно выполнимым. Выполнение следующих четырех правил содействует ослаблению блескости.

1. Источники света, если они видимы для глаз, следует размещать как можно дальше от глаз и как можно выше

над местом работы. Другими словами, лампы предпочтительно подвешивать под самым потолком.

2. Яркость видимых частей ламп и осветительных приборов должна быть возможно меньше. Яркость светящихся нитей в электрических лампах накаливания весьма велика и очень вредна для глаз. Вот почему, эти нити следует скрывать от глаз или помощью совершенно непрозрачных затенителей (колпаков) или, что дает меньшее действие,—колпаков из густого молочного стекла, сквозь которое нить не видна, а все стекло кажется одинаково ярким. Таким образом, открытые электрические лампы, как общее правило, применять для целей освещения нельзя [1]). Негустое молочное стекло, сквозь которое нить несколько просвечивает, не является столь хорошей защитой глаз, как густое, но оно все же несколько ослабляет блесткость. Матовое стекло на ослабление блесткости оказывает еще меньшее действие. Сквозь него светящееся тело хотя несколько и просвечивает, но кажется расплывчатым и мутным, при том значительно менее ярким, чем у открытого источника света.

Так называемое опаловое стекло, которое можно также назвать полупрозрачным молочным, бывает различной степени прозрачности. Влияние его на блескость часто сказывается меньшим, чем матового стекла. Опаловое стекло, обыкновенно, значительно поглощает свет и потому применение его во многих случаях становится не целесообразным.

Стекла: пузырчатое, прессованное, ребристое (призматическое) на ослабление блескости действуют незначительно.

3. Рабочие поверхности, также стены и потолок должны быть достаточно освещены. Об этом упоминалось и ранее. Здесь остается только еще раз обратить внимание на необходимость иметь стены и потолок светло окрашенными и вместе с тем хорошо освещенными. Поэтому предпочтительно применять такие колпаки, которые некоторую часть света направляют на стены и на потолок.

4. Взаимное расположение ламп, рабочих поверхностей и положение работающего должны быть так выбраны,

---

[1]) Они терпимы лишь в малых, но очень высоких помещениях, когда лампы висят очень высоко и угол между лучом зрения на лампу и горизонтом составляет более 64°.

чтобы не было отраженной блескости в направлении к глазам. Если источники света высоко подвешены, если они прикрыты светорассеивающим стеклом и если размеры последних выбираются побольше,—то действие отраженной блескости ослабляется.

Самым благоприятным для глаз было бы такое устройство освещения, при котором источники света и все светящиеся части осветительных приборов были бы вовсе не видны для глаз. С этой точки зрения вполне удовлетворительным является освещение отраженным светом: источники света бросают свет только на потолок, а иногда и на верхнюю часть стен и помещение освещается лишь отраженным от потолка светом. В иных случаях применяют такие осветительные приборы, которые некоторую часть света направляют вниз, другую же вверх на потолок, при том, чем больше, тем, обыкновенно, лучше. Такой способ освещения — полуотраженным светом—является достаточно часто также благоприятным для глаз. Однако, в заводских условиях такие способы освещения далеко не всегда применимы, так как они требуют светло окрашенного и чисто содержащегося потолка, что можно иметь лишь в некоторых заводских помещениях (конторы, чертежные, укладка чистого товара и т. д.). Поэтому применяется чаще всего способ прямого освещения: свет от ламп направляется прямо на рабочие поверхности. Существенно, однако, как уже указывалось, чтобы часть света непременно направлялась на стены и на потолок. При таком освещении, по большей части, скрыть источники света не легко. Вот почему известную степень блескости Правила допускают, однако, в пределах, практически приемлемых для глаза. За исходные величины в них приняты: 1) угол,—его следует назвать защитным, в пределах которого луч зрения в той или иной мере защищен от чрезмерной яркости светящегося тела в источнике света и 2) высота подвеса последнего. При этом чем в больших пределах защищены лучи зрения, тем ниже представляется возможным взять высоту подвеса.

Рис. 1 поясняет, что такое защитный угол. Отношение *а* — глубины погружения нити в колпак к *б*—половине диаметра (ширины) раскрытия колпака плюс половина ширины светящегося тела, т.-е. тангенс защитного угла является основным признаком для определения допускаемой высоты подвеса такого колпака.

Данные в Правилах пределы зашитных углов взяты в связи с возможностью легкой проверки их. Следующая таблица дает

отношение $\frac{a}{б}$ для разных защитных углов (отсчет углов ведется от горизонтальной линии):

Защитный угол 64°; $\frac{a}{б} = 2$

45°; $\frac{a}{б} = 1$

27°; $\frac{a}{б} = {}^1/_2$

14°; $\frac{a}{б} = {}^1/_4$

10°; $\frac{a}{б} = {}^1/_6$

Угол в 64° выбран в качестве предельного потому, что при горизонтальном луче зрения, который соответствует часто наблю-

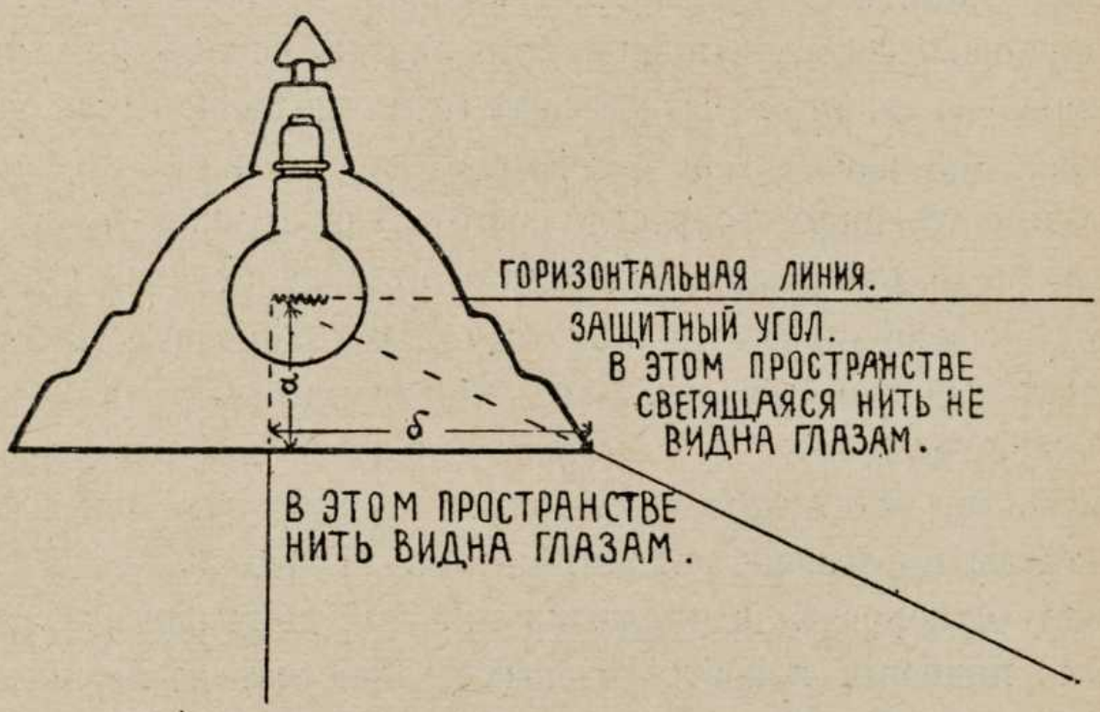



Рис. 1. Понятие о защитном угле светильника (осветительного колпака) металлическоге или из густого молочного стекла.

даемому положению отдыха глаз работающего, все то, что лежит выше угла, приблизительно, 60° с горизонтом, уже не попадает в поле зрения. Взят еще некоторый запас, именно, до 64°, чтобы получить $\frac{a}{б} = 2$. Защитный угол в 45° довольно хорошо ослабляет блескость. Защитный угол в 27° является низшей границей ниже которой блескость заметно начинает влиять на чувствительность глаза к контрастам. Защитный угол в 14° является таким пределом, ниже которого влияние блескости очень заметно. Защит-

ный угол в 10° выбран преимущественно для наружного освещения: здесь глаза обычно смотрят на землю, так что действительный угол между лучом зрения на землю и линией, идущей от глаз к фонарю, окажется более 10°. Сама по себе блескость при 10° (между лучом зрения к рассматриваемой точке и линией, идущей от глаза к лампе) весьма заметно ощутима.

Два основных рода, при том с некоторыми подразделениями, осветительных приборов предусматриваются Правилами.

1) Без светящихся поверхностей в поле зрения для лучей (зрения) под углами: а) 64° и менее над горизонтом, а также б) 10° и менее над горизонтом.

Первому требованию (о защитном угле в 64°) вполне удовлетворяют достаточно глубокие непрозрачные колпаки, в которых колба лампы не выступает за нижний край, и с гораздо меньшим защитным углом, если только такие колпаки будут соответственным образом расположены. Именно, если они применены для местного освещения — а в этом случае они будут подвешены по большей части ниже 3,3 или 2,8 m — то либо их нижний край должен быть на высоте ниже горизонтального луча зрения работающего, либо колпак должен быть повернут в сторону от работающего [1]). Последний способ применим лишь в том случае, когда светящиеся поверхности повернутого колпака не находятся в поле зрения другого работающего.

Колба ламп считается светящейся частью источника света и потому также не должна находиться в поле зрения.

Наряду с непрозрачными колпаками § 10 допускает такие осветительные приборы, яркость которых не превосходит яркости рабочих поверхностей. К их числу относятся, напр., колпаки из густого молочного стекла, покрытые снаружи темно-зеленой (или другого цвета) глазурью.

Рассмотренные виды колпаков могут применяться для освещения лестниц. Освещению этих последних нужно уделять достаточное внимание, так как неправильное его выполнение может повлечь несчастья с людьми. Примечание 2-ое требует, чтобы светящихся частей осветительных приборов не было видно для лучей

---

[1]) Либо применен так называемый угловой колпак, у которого нижний край срезан косо, т.-е. наклонно к оси колпака.

зрения под углом 14° и ниже над горизонтом. При этом высота глаз над полом принимается не менее 1,7 m. Непрозрачные угловые — косые — колпаки, повернутые в сторону от лестницы, обыкновенно наиболее подходящи. Одно из возможных правильных устройств освещения лестниц таково, что лампы подвешены над лестничными площадками. При таком способе освещения могут возникнуть, однако, трудности в надлежащем освещении теней от идущих по лестницам. Более благоприятное освещение получается тогда, когда лампа помещается над серединой отдельной лестницы (одного марша). В этом случае тени получаются короткие.

Защитный угол в 10° предусматривается, как уже указывалось, преимущественно для наружных фонарей.

2) С защитной оболочной для светящейся нити (или светящегося пламени). Такая оболочка может быть либо вовсе непрозрачной, либо очень сильно рассеивающей проходящий сквозь нее свет, напр., из густого молочного стекла. Если в осветительном приборе применены зеркального вида поверхности (напр., никкелированные, высеребрянные и т. п. полированные металлические части), то они не должны давать зеркального изображения нити в направлениях, лежащих в пределах защитного угла[1]). Защитная оболочка того или иного вида образует более или менее глубокий защитный угол, в соответствии с чем и выбирается высота подвеса колпака.

За пределами защитного угла светящееся тело согласно правилам может быть открыто для глаз. Следует, однако, советовать в видах дальнейшего ослабления блесткости, по возможности, прикрывать лампу и ниже защитного угла. Прикрытием служат того или иного вида светорассеивающие оболочки, о которых упоминалось выше: более или менее густое молочное стекло, матовое или хотя бы пузырчатое стекло.

В низких помещениях — ниже 3,4 m или 3 m (согласно примечанию 1-му к § 10-му) преимущественно приходится применять такие осветительные колпаки, которые всю нижнюю половину лампы прикрывают густым молочным стеклом.

В некоторых помещениях, напр., достаточно высоких, но вместе с тем небольших, лампы могут быть так расположены, что угол

[1]) Это требование действительно также и для отражений нитей ламп от ее колбы.

между горизонталью и линией, проведенной от глаза работающего или идущего по проходу к источнику света, может оказаться равным какому-либо защитному углу. Благодаря этому возможно считать, что известная защита от блескости достигается одним размещением ламп. Все же, однако, надлежит советовать и в подобных помещениях в целях ослабления блескости применять те или иные меры, т. е. снабжать лампы подходящими колпаками.

---

**Цена—40 коп.**

**Для Членов Съезда—скидка 50% .**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.149. Тираж 1.700 экз. 2 л.

*Таблица 11.*

## СПОСОБНОСТЬ ДАВАТЬ ОСАДКИ.

| | СССР | Америка | Англия | Бельгия | Германия | Испания | Италия | Норвегия | Франция | Швейцария | Швеция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Количество осадка | 0,2% | Следы. | Сорт А—0,1% › В—0,8% › С—не нормировано. | Не должно быть заметного осадка на фильтре. | 0,2% | Метод испытания пока не установлен. | Следы. | 0,15—0,30% | Через 5 ч. нет осадка, через 50 час.—следы, через 125 час.—0,15%. | Через 168 час. никакого осадка, через 334 ч —0,3%. | Сорт I—0,12% с допуском—0,03%, сорт II—0,25%, с допуском—0,05%. |
| Температура | 120° С | 120° С | 150° С | 170° С | 120° С | — | 110° С | 120° С | 150° С. | 150° С. | 120° С. |
| Длительность нагревания | 70 час. | До появления первых следов осадка. | 45 час. | 5 час. | 70 час. | — | 300 час. | 70 час. | 5—50—125 час. | 168—334 ч. | 70 час. |
| Окисляющий газ | Воздух, 3 литра в час, | Воздух, 40 лит. в час. | Возд. 3 литра в час. | Воздух, без движения. | Кислород, 2 пузырька в сек. | — | Воздух, без движения. | Кислород. 2 пузырьк. в сек. | Воздух, без движения. | Воздух. без движения. | Кислород, 2 пузырька в сек. |
| Катализатор | Медная пластинка. | нет | Полированная чистая медная пластинка. | нет | нет | — | Медная сетка. | нет. | нет. | Медь. | нет. |
| Типы сосуда | Круглодонная стеклян. колба диам. 76 mm. | Стеклянный цилиндрический сосуд. | Круглодонная стеклян. колба диам. 76 mm. | Стеклянный стак. диам. 50 mm. | Стеклян. колба Эрленмейера, на 300 cm³. | — | Пробирка диам. 25 mm и длиною 100 mm. | Стеклян. колба Эрленмейера, на 300 cm³, | Пробирка. | Цилиндрический сосуд из листовой меди. | Стеклян. колба Эрленмейера, на 300 cm³. |
| Количество масла | 100 cm³ | 1 000 cm³. | 100 cm.³ | 40 cm³. | 150 g. | — | 40 g. | 150 g. | 20 cm . | 1 000 cm³. | 150 g. |
| Метод отделения и определения осадка | Осаждение петролейным эфиром и определен. % осадка по весу. | Осаждение в центрофуге. Определение по объему. | Осаждение петролейным эфиром и определение по весу. | — | Осаждение едким натром и соляной кислотой. Определение по весу. | — | — | Осаждение едким натром и соляной кислотой. Определение по весу. | Определение по весу. | Осаждение в центрофуге, определение по объему. | Осаждение едким натром и соляной кислотой. Определение по весу. |
| Применение сокращенного метода | Окисление перекисью натрия. | — | — | — | Окисление перекисью натрия. | — | — | — | — | — | — |
| Определение кислотн. после нагревания | — | — | — | — | — | — | Кислотность не более 0,25, считая на олеиновую кислоту. | — | — | Через 168 ч. кислотность не более 0,3, через 334 ч.— не более 0,4. | — |
| Влияние на изолирующие материалы | — | — | — | — | — | — | После нагревания масла с бумажн. нитью 300 ч. при 110° в медном сосуде понижение механической прочности нити не должно быть более 40%. | — | — | Понижение механической прочности бумажной нити не более 20% через 168 ч. и не более 30% через 334 ч. | — |

*Таблица 12.*

## ТЕМПЕРАТУРА ЗАСТЫВАНИЯ.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Температура | —1,8°С | —6,7°С | Сорта А и Б— 5° С › С—20° С с допуском—5° С | 15° С | Трансф.—5° С Выкл.—15° С | Трансф.—5° С Выкл.—20° С на откр. возд. | — | Трансф.—5° С Выключ. внутри—5° С Выкл. помещ. на откр. возд.—30° С | —5° С | —25° С | Сорт А—5° С › В—30° С с допуск.—5° С |
| Метод определения | Охлажден. пробирку с маслом держать при —18°С 10 минут, затем наклоняют пробирку на 45°, не вынимая ее из холодильника. После этого уровень масла не должен измениться. Допускается также упрощенное испытание, требующее более простой аппаратуры. При нем охлаждаемая пробирка с маслом вынимается и наклоняется на 45°. | Охлажден. пробирку с маслом поворачивают в горизонтальное положение и держать 5 сек. Уровень масла не должен измениться. | Охлажден. пробирку с маслом поворачивают в горизонтальное положен. и слегка постукивают. Уровень масла не должен измениться. | — | По охлаждении пробирки с маслом ее наклоняют. Уровень масла не должен измениться. | — | — | — | — | 5 cm³., масла наливают в пробирку диам. 15 mm., длин. 150 mm. и ставят на 10 м. в охладитель. смесь с температурой — 20° С. Затем вынимают пробирку и немедленно ее опрокидывают. Масло должно быть настолько текучим, чтобы нижняя точка стекающего язычка его прошла путь в 10 cm . не более, чем в 10 секунд. | — |

*Таблица 13.*

## ИСПАРЯЕМОСТЬ МАСЛА.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Потеря на испарение | нет | нет | Сорта А—2%—В и С—3% | 1,5% | нет | 0,2% | 0,4% | нет | 0,2% | нет | 2% |
| Время нагрев. | — | — | 8 час. | 3 час. | — | 5 час. | 5 час. | — | 5 час. | — | 5 час. |
| Температура | — | — | 100° С | 170° | — | 100° С | 100° С | — | 100 С | — | 100° С |
| Объем масла | — | — | 2 g | 40 cm³. | — | 150 g | 150 cm³. | — | 150 G | — | — |
| Диаметр чашки | — | — | Внизу 35 mm. Вверху 38—41 mm. | 50 mm. | — | 600 mm. | 60 mm. | — | 60 mm. | — | — |
| Высота чашки | — | — | 83—85 mm. | 37 mm. | — | 100 mm. | 100 mm. | — | 100 mm. | — | — |
| | | | При работе по методу толуоловых паров Объем 5 cm³. Диаметр 38 mm. Высота 38 mm. | | | | | | | | |

*Таблица 14.*

## УДЕЛЬНЫЙ ВЕС.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Удельный вес | нет | нет | нет | 0,85—0,92 | 0,85—0,95 | 0,85—0,92 | Трансф. 0,85—0,92 Выключ. 0,88—0,90 | 0,85—0,92 | 0,85—0,92 | нет | 0,85—0,92 |
| Температура | — | — | — | 15° С | 20° С | 20° С | 15° С | 20° С | 15° С | — | 20° С |
| Поправка на температуру | — | — | — | 0,0,065 на 1° С | 0,0007 на 1° С | — | — | 0,0007 на 1° С | — | — | — |

Цена 25 коп.

Для членов Съезда—бесплатно.

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 30.030. Тираж 1.700 экз. 1¼ п. л.

# Главнейшие требования, предъявляемые к приборам:

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| § 12. Кожух измерителя д. защищать измеритель прибора от механических воздействий и попадания пыли. Кожухи вспомогательных частей могут не удовлетворять требованию в отношении защиты от пыли. | § 21. Кожух (корпус) должен защищать внутреннее устройство прибора и чувствительные части относящихся к нему принадлежностей от повреждений и от проникновения пыли. | § 20. Кожух д. защищать измеряющий механизм и чувствительные части неразрывно с ним соединенных принадлежностей от повреждений при обычном обращении и д. не пропускать пыли в измеряющий механизм. | § 19. Измеритель д. быть помещен в соответствующий пылепепроницаемый кожух, который должен иметь достаточную прочность, чтобы давать должную защиту от повреждений при обычном употреблении. Воспомогательные части должны быть, в случае необходимости, защищены настолько, чтобы гарантировать постоянство и точность показаний. | § 15. Текст тот же, что у § 19 в издании 1919 г. | | |
| К кожухам приборов специального назначения могут предъявляться особые требования. | § 9. По способу защиты приборов посредством кожуха приборы разделяются на следующие:<br>З 1: Открытый тип. Вся сторона отсчета прибора закрыта стеклом или каким-либо другим прозрачным материалом.<br>З 2: Закрытый тип. Сторона отсчета закрыта кожухом, имеющим окно со стеклом только перед шкалой.<br>З 3: Защищенный от брызг воды. Брызги воды не должны попадать во внутренность прибора.<br>З 4: Водонепроницаемый. После получасового пребывания в пресной или морской воде под давлением в 0,6 kg/cm² внутри прибора не должно быть признаков просочившейся воды.<br>З 5: Безопасный от взрыва. Кожух (корпус) прибора должен выдерживать взрыв гремучих газов, проникающих внутрь прибора, и затруднять распространение взрыва в окружающую среду.<br>Прибор считается безопасным от взрыва, если, после продолжительной нагрузки, согласно § 27 при 35°C окружающей среды, температура нагрева ни одной детали не превосходит 55°C. В остальном же прибор должен отвечать правилам безопасности от взрыва, установленным для аппаратов, электрических машин и трансформаторов. | § 9. Способ защиты посредством кожуха.<br>З 1. Открытый тип. Вся передняя сторона прибора закрыта стеклом или каким-либо другим прозрачным материалом.<br>З 2. Закрытый тип. Передняя сторона защищена кожухом, имеющим окно перед шкалой, закрытое прозрачным материалом<br>З 3. Защищенный от брызг воды. Вода от случайных брызг не должна попадать во внутренность прибора.<br>З 4. Водонепроницаемый. После получасового пребывания в пресной или морской воде под давлением 0,7 kg/cm² внутри прибора не должно быть просочившейся воды.<br>З 5. Безопасный от взрыва кожух должен выдерживать взрыв гремучих газов, проникших внутрь прибора, и должен затруднять распространение взрыва в окружающую среду.<br>В остальном должны быть применены „Правила для выполнения защитных от взрыва приспособлений для электрических машин и трансформаторов и аппаратов“ (E. T. Z. 1912, стр. 142). | § 19. В дополнение к вышеизложенному, к кожухам специального типа предъявляются следующие требования:<br>Кожух, предназначенный быть безопасным от взрыва, должен выдерживать без повреждений любой взрыв газа, который может произойти внутри него и не должен передавать взрыва какому угодно горючему газу, окружающему его.<br>Кожух, предназначенный быть водонепроницаемым, должен выдерживать погружение в бак, содержащий количество воды, достаточное для того, чтобы затопить все части, при высоте уровня не менее 3 футов; при этом после пребывания под водой не менее одного часа внутри прибора не должно быть никаких следов проникновения влаги.<br>Кожух, предназначенный защищать от брызг, должен быть сконструирован так, чтобы гарантировать неизменяемость точности показаний, когда прибор подвергается действию случайных брызг. | § 15. Прибор должен быть сконструирован так, чтобы его кожух (если он металлический) мог быть надежно заземлен. В противном случае на приборе должна быть надпись об отсутствии заземления.<br>Кожух, предназначенный быть безопасным от взрыва, должен выдерживать без повреждений любой взрыв, который может произойти внутри него в условиях эксплоатации прибора при нагрузке не выше номинальной (или при перегрузке, которую должен переносить прибор по настоящим Т. У.) и должен предотвращать распространение огня, который мог бы воспламенить какую угодно горючую смесь, могущую находиться в окружающей атмосфере.<br>Прим. 1. Если нет специальной оговорки, то принимается, что кожух безопасный от взрыва должен удовлетворять обычным требованиям каменноугольной промышленности, в которой горючая смесь, упомянутая выше, обычно содержит метан; но в других промышленностях могут встретиться и иные горючие смеси. Так, необходимо принимать во внимание другие горючие газы, получающиеся в специальных аппаратах, как например газы, получающиеся от разложения масла в погруженных под масло частях распределительного устройства или водород в аккумуляторных батареях.<br>Прим. 2. Необходимо уделять большое внимание деталям конструкции и из- | | § 33—41. Прибор, непроницаемый для пыли, должен быть снабжен кожухом, не пропускающим пыль в измеритель.<br>§ 33—42. Прибор, непроницаемый для влаги, есть такой прибор, к измерителю которого не может проникнуть влага или который сконструирован так, что влага не может повредить измерителя.<br>§ 33—43. Прибор, не подверженный ржавлению есть такой прибор, кожух которого и части сделаны из нержавеющего материала или подвергнуты специальной обработке, позволяющей им противустоять разъедающему действию влажного воздуха.<br>§ 33—44. Водонепроницаемый кожух (выдерживающий затопление) должен выдерживать в течение одного часа погружение в баке, содержащем количество воды, достаточное для того, чтобы затопить все части при высоте уровня не менее 3 футов, без всякого заметного следа проникновения воды внутрь него. |

Сокращения: д. — должен
„ д. б. — должно быть

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 6. Защищенный от действия тропического климата (нечувствительный к жаре). Прибор должен выдерживать продолжительное действие теплого, сырого и влажного воздуха. Кожух его должен хорошо защищать все внутреннее устройство от проникновения пыли и насекомых.<br>Способ защиты обозначается буквою З с соответствующей цифрой (З 1—З 6). | З 6. Защищенный от действия тропического климата. Прибор должен выдерживать продолжительное действие теплого влажного воздуха. Кожух должен защищать от проникновения мелкой пыли и насекомых. | | готовления, имея в виду опасность, которая может произойти от разрушительного короткого замыкания внутри кожуха. Кроме того, защита цепи, питающей аппарат, д. б. такова, чтобы было гарантировано, насколько это практически возможно, что перегрузка, которой подвергнут аппарат, не превосходит наибольшей возможной перегрузки, вычисленной по мощности генерирующей установки и по полному сопротивлению цепи между нею и аппаратом.<br>Кожух, предназначенный быть водонепроницаемым, должен выдерживать погружение в течение одного часа на глубине 3 футов под водою без проникновения влаги внутрь него.<br>Кожух, предназначенный защищать от брызг, должен быть таков, чтобы защищать установленный прибор от дождя, снега и брызг.<br>Кожух, предназначенный быть пригодным к употреблению в тропических странах, должен быть непроницаем для насекомых и должен быть устроен так, чтобы изменения температуры и влажности, наблюдающиеся в тропическом климате, не оказывали на показания прибора влияния, выходящего за пределы, дозволенные настоящими Т.У. | |
| § 13. Зажимы прибора должны иметь обозначения плюс и минус только в том случае, когда направление тока влияет на знак показания прибора.<br>Для поляризованных приборов постоянного тока положительный зажим должен быть помещен справа, если смотреть на прибор со стороны шкалы. Если нуль шкалы находится посредине, то указанному расположению зажимов должна отвечать правая часть шкалы прибора. Если необходимо указать зажимы одной полярности ваттметров переменного тока, у них следует ставить знак * (звездочка). | § 23. В приборах, в которых отклонения указателя зависят от направления тока, должны иметься отчетливые и нестирающиеся обозначения направления тока. Рекомендуется в приборах постоянного тока, если смотреть со стороны отсчета по шкале, правую или верхнюю клемму выбирать за плюсовую клемму. В приборах со многими клеммами обозначения выполняются так, чтобы можно было легко узнавать способ правильного присоединения. | § 22. У приборов, отклонение указателя которых зависит от направления тока, должны иметься отчетливые и не стирающиеся обозначения направления тока.<br>У приборов с несколькими зажимами должны быть обозначения, позволяющие определить правильный способ присоединения. | § 20. Зажимы прибора должны быть отчетливо обозначены, если направление тока между ними имеет значение, чтобы отчетливо указать правильное направление тока через приборы. Обозначения зажимов должны быть сделаны так, чтобы их нельзя было стереть.<br>Если прибор является поляризованным, левый или нижний зажим, если смотреть с передней стороны прибора должен быть положительным зажимом. | § 29. Если направление тока между зажимами имеет значение, полярность должна быть обозначена так, чтобы отчетливо указывать правильное направление тока через прибор. Обозначения зажимов должны быть сделаны так, чтобы их нельзя было стереть. У приборов для постоянного тока левый или нижний зажим, если смотреть с передней стороны прибора, д. б. положительным зажимом.<br>Если для безопасности или по какой либо другой причине желательно заземлять один зажим, этот зажим должен быть соответственно обозначен. | а) У амперметров и вольтметров постоянного тока положительный зажим обозначается знаком +. Если на зажимах нет никаких обозначений, положительный зажим должен быть расположен так, чтобы получалось впечатление, что ток толкает стрелку (если стрелка отклоняется слева направо, положительный зажим должен находиться слева и наоборот).<br>б) У приборов, имеющих две обмотки: последовательную и параллельную, и не имеющих общей точки между ними (ваттметры, фазометры), знаком * должен быть обозначен зажим последовательной обмотки, который должен быть соединен с источником тока и тем же знаком д. б. обозначен зажим параллельной обмотки, который должен быть соединен с тем проводом цепи, в который включена по- | |

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| § 14. У приборов с плоской шкалой, отклонение стрелки которых происходит только в одну сторону, нуль должен находиться слева шкалы, причем линия, соединяющая крайние деления шкалы, должна быть горизонтальной.<br>У профильных приборов нуль шкалы должен помещаться слева или внизу.<br>Цена каждого деления шкалы должна быть равна единице, двум, пяти или десятичным кратным этих величин или десятичным долям этих же величин.<br>Шкала приборов 1 класса должна быть снабжена приспособлением для зеркального отчета или иным приспособлением для устранения параллакса.<br>Расстояние между двумя соседними чертами шкалы, измеренное по дуге круга, описываемого стрелкой, должно быть не менее 1 mm для приборов I и II класса и не менее 3 mm для приборов III класса.<br>Шкалы омметров градуируются в единицах сопротивления. | § 26. Рекомендуется наносить цифры по шкале слева направо (или снизу вверх), исключение из этого правила допускается для приборов, имеющих двухсторонние отсчеты по шкале.<br>В приборах с двухсторонним отклонением указателя должны быть обозначения, согласно § 23 для направления тока, относящиеся к правой шкале.<br>Каждое частичное деление шкалы д. соответствовать 1 ; 2 и 5 единицам измеряемой величины, или десятикратным, или десятичным долям этих величин.<br>Длина деления д. б. не менее 1 mm в переносных приборах и не менее 3 mm в приборах для распределительных устройств (щитовых). | § 26. Рекомендуется чтобы цифры шли по шкале слева направо (или снизу вверх); исключение из этого правила допускается для приборов, имеющих двухсторонние шкалы.<br>В приборах с двухсторонним отклонением указанное согласно § 22 направление тока должно соответствовать правой части шкалы.<br>Расстояние между двумя чертами шкалы должно соответствовать 1 или 2 или 5 единицам измеряемой величины или десятичным кратным или десятичным долям этих же величин. | § 21. Направление движения указателя приборов, кроме профильных вертикальных, от нуля до наибольшего отклонения должно происходить слева направо. Если шкала занимает угол больше 100°, движение указателя должно быть в ту же сторону, что у стрелки часов, причем нулевое и наибольшее деления должны быть внизу шкалы.<br>Направление движения указателя профильных вертикальных приборов д. б. снизу вверх, если заказчиком не оговорено обратное.<br>В приборах со смещенным нулем наибольшее отклонение, о котором упоминалось выше, есть отклонение, наблюдающееся в том случае, когда ток проходит через прибор согласно обозначениям зажимов, указанным в § 20.<br>§ 22. а) Цена каждого деления шкалы д. б. равна 1 ; 2 или 5 единицам измеряемой величины или десятичным кратным или десятичным долям этих же величин.<br>б) Для всех приборов эталонных и переносных I класса угол между двумя делениями шкалы д. б. не меньше 0,5 градуса. Для всех приборов I и II класса, кроме переносных, угол между двумя делениями шкалы д. б. не меньше 1 градуса. | § 18. Направление движения указателя приборов, кроме профильных вертикальных и фазометров, должно происходить слева направо, если измеряемая величина возрастает (и имеет положительный знак при поляризованных приборах). Если шкала занимает угол больше 180°, движение указателя при этих условиях должно быть в ту же сторону, что у стрелки часов, причем нулевое и наибольшее деления должны быть ниже горизонтального диаметра. Направление движения указателя профильных вертикальных приборов при этих условиях д. б. снизу вверх, если заказчиком не оговорено обратное.<br>В фазометрах с круглой шкалой верхний левый квадрант должен относиться к отстающему току, а точки, соответствующие коэффициенту мощности, равному единице, должны лежать на вертикальном диаметре.<br>§ 16. а) Цена каждого деления шкалы д. б. равна 1 ; 2 или 5 единицам измеряемой величины или десятичным кратным или десятичным долям этих же величин.<br>Если шкала неравномерна, как у электромагнитных приборов, некоторые деления шкалы могут быть пропущены, если полное разделение шкалы может слишком сжать черточки (см. п. б этого параграфа).<br>б) Для всех эталонных приборов и для переносных I класса, угол между | следовательная обмотка, чтобы отклонение прибора происходило в правильную сторону.<br>У приборов, имеющих добавочное омическое или индуктивное, внутреннее или наружное сопротивление, зажим параллельной обмотки, обозначенный знаком *, должен быть по возможности ближе в электрическом отношении к последовательной обмотке. Например, у эл.-динамических ваттметров этот зажим должен быть по возможности непосредственно соединен с подвижной рамкой без включения добавочных сопротивлений. | § 33—35. Предпочтительная цена каждого деления шкалы д. б. равна 1; 2 или 5 единицам измеряемой величины или десятичным кратным или десятичным долям этих же величин.<br>Для приборов с несколькими пределами измерений могут оказаться необходимыми исключения из этого правила, однако их следует, насколько возможно, не делать.<br>Угол между двумя делениями шкалы д. б. предпочтительно не меньше 0,5 градуса в переносных приборах или 1 градус в щитовых приборах. Если пользоваться меньшими углами, то уменьшается четкость. |

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | двумя делениями шкалы в пределах ее рабочей части должны быть не меньше 0,5 градуса или же расстояние между двумя делениями шкалы в пределах ее рабочей части должно быть не меньше 0,8 mm.<br>Для приборов I класса, кроме переносных, и для всех приборов II класса угол между двумя делениями (шкалы) в пределах ее рабочей части д. б. не меньше 1 градуса или же расстояние между двумя делениями шкалы в пределах ее рабочей части д. б. не меньше 1,25 mm. | | |
| § 15. Расстояние между концом стрелки и поверхностью шкалы не должно быть больше $(0{,}021 + l)$mm, где $l$ длина стрелки в миллиметрах. | § 24. Если употребляемый циферблат шкалы или сам подвижной указатель металлически соединен с кожухом, то он от подвижных частей, по которым проходит ток, д. б. изолирован. Расстояние указателя шкалы д. б. не более, чем<br>$1 + \frac{1{,}5 \times \text{длина шкалы}}{100}$<br>миллиметров. | § 23. Если металлическое основание шкалы или указатель соединены при помощи проводника с кожухом, то указатель д. б. изолирован от подвижных частей, по которым проходит ток. Расстояние указателя от шкалы д. б. не более чем 0,02 × длина указателя + 1 миллиметров. | § 25. Указатель должен быть изолирован от электрической цепи измерителя в том случае, когда металлическое основание шкалы и упоры не изолированы от кожуха. Указатель должен быть, насколько возможно, легок и прочен и должен иметь такую форму, чтобы обеспечивать быстроту и точность отчетов.<br>Если прибор не снабжен приспособлениями для уничтожения ошибок от параллакса, расстояние между той частью указателя, которая движется над шкалой и самой шкалой, должно быть не больше 1/100 части длины шкалы для всех приборов, имеющих длину шкалы в 150 mm и выше и не больше 1,50 mm при длине шкалы меньше 150 mm.<br>У приборов I-го и II классов указатель должен быть такой длины, чтобы выступать больше чем на половину, но меньше чем на две трети длины самой короткой черты на шкале. | § 17. Указатель должен быть изолирован от электрической цепи измерителя в том случае, когда металлическое основание шкалы и упоры не изолированы от кожуха. Указатель должен быть легким и прочным и должен иметь такую форму, чтобы обеспечивать быстроту и точность отчетов.<br>Если прибор не снабжен приспособлениями для уничтожения ошибок от параллакса расстояние между шкалой и той частью указателя, которая движется над шкалой, должно быть не больше 1,5 mm или одной сотой части длины шкалы, смотря по тому, которая из этих величин больше.<br>У приборов I-го и II-го классов указатель должен быть такой длины, чтобы выступать больше, чем на половину, но меньше, чем на две трети длины самой короткой черты на шкале. | | |
| § 16. Приборы I класса должны иметь приспособление, позволяющее устанавливать стрелку на нуль, не открывая кожуха измерителя.<br>Если прибор предназначен для непосредственного включения в цепь с напряжением свыше 40 V между проводами, то доступная часть этого приспособления должна быть изолирована от | § 25. Приборы класса Л и К должны иметь такое приспособление, которое позволяло бы производить установку указателя на начало шкалы без снятия кожуха.<br>Эти приспособления в приборах для напряжений свыше 40 V должны быть безопасны для употребления и не должны иметь возможности соприкоснове- | § 24. Приборы классов E и F должны иметь приспособление, которое позволяло бы производить установку указателя на нуль, не снимая кожуха. Это приспособление в приборах для напряжений свыше 40 V должно быть безопасно при пользовании и не должно давать соприкосновения с частями, находящимися под напряжением, поэтому | § 26. Для установки указателя на нуль или другую определенную черту на шкале, без риска повредить какую либо из рабочих частей измерителя, приборы должны быть снабжены приспособлением, доступным снаружи кожуха.<br>Это требование относится только к приборам эталонным и I-го класса, | § 19. Приборы эталонные и I класса, у которых противодействующая сила создается пружинками, должны быть снабжены приспособлением, доступным снаружи кожуха, позволяющим устанавливать указатель на нуль или другую определенную черту, без риска повредить какую-либо из рабочих частей прибора. | | |

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| находящихся под напряжением частей. В противном случае на приборе должна быть сделана надпись „устанавливать на нуль только при выключенном приборе". К приборам, включаемым через трансформатор, требование об изоляции приспособления для установки на нуль не относится. | ния с частями, находящимися под напряжением; для этого они должны быть разделены соответствующей изоляцией. Рекомендуется снабжать такими приспособлениями также и приборы класса $T_1$, в которых направляющая сила создается пружинами.<br>Если указанная изоляция не выполнима, то прибор должен снабжаться дощечкой с отчетливой надписью: «Установка на нуль должна производиться при полном «выключении» прибора». | оно должно быть достаточно хорошо изолировано от них. Рекомендуется снабжать таким приспособлением также и приборы класса $G_2$, если у них противодействующая сила создается пружинками.<br>Если изоляция недостаточна, на приборе должна быть сделана предостерегающая надпись. | с противодействующей силой, создаваемой пружинками.<br>Для цепей, имеющих напряжение выше 250 вольт, это приспособление должно быть таково, чтобы им можно было пользоваться без опасности для наблюдателя, если цепь находится под напряжением.<br>Каждый прибор, не удовлетворяющий последнему условию, должен иметь надпись, указывающую, что установка на нуль должна производиться только тогда когда прибор совершенно отключен от цепи. | Это приспособление по возможности должно быть таким, чтобы им можно было безопасно пользоваться, когда цепь находится под напряжением. Каждый прибор, не удовлетворяющий этому условию, должен иметь надпись, указывающую, что установка на нуль должна производиться только тогда, когда прибор совершенно отключен от цепи. | | |
| § 17. Успокоение стрелки прибора должно быть таково, чтобы была возможность быстрого отсчета. Время, протекшее от момента включения прибора до момента, начиная с которого стрелка его не удаляется от своего конечного положения на расстояние, превышающее 1% длины шкалы, должно быть не более указанного в таблице 1. Определение времени успокоения следует производить при включении прибора на его половинную нагрузку.<br><br>Таблица 1.<br>Время успокоения стрелки в секундах.<br><br>Для прибор. I класса 4 — Для прибор. II класса 5 — Для прибор. III класса 6<br><br>Примечание. — Для магнитоэлектрических приборов II и III классов временно устанавливается продолжительность успокоения стрелки до 8 сек. | § 29. Время успокоения должно превосходить в приборах класса:<br>Л и К $3 + \frac{L}{100}$ сек.<br>$T_1$ $3 + \frac{L}{50}$ „<br>$T_2$ $4 + \frac{L}{40}$ „<br>где L — длина указателя, измеряемая в мм. Исключением из этого правила являются приборы, действующие по принципу М—5, М—6 и М—7, а также приборы с ленточным подвесом.<br>§ 18. Время успокоения есть промежуток времени, прошедший от момента включения прибора до успокоения его указателя. Указатель считается успокоившимся, если амплитуда его колебаний не превосходит 1% от длины шкалы. Для определения времени успокоения прибор следует включать на нагрузку, соответствующую середине шкалы. | § 28. Время успокоения не должно превосходить: для приборов класса<br>E и F . . $3 + \frac{L}{100}$ сек.<br>G . . . $3 + \frac{L}{50}$ „<br>H . . . . $4 + \frac{L}{50}$ „<br>где L — длина указателя, измеряемая в миллиметрах.<br>Это требование не относится к приборам, действующим по принципу М—5, М—6 и М—7, а также к приборам с ленточным подвесом.<br>§ 17. Время успокоения есть промежуток времени в секундах, который необходим, чтобы указатель, стоявший ранее на нуле, под влиянием внезапно включенной нагрузки, примерно соответствующей средине шкалы, успокоился настолько, чтобы его колебания составляли около 1% от полной длины шкалы. | § 27. Движение указателя каждого измерителя должно быть успокоенным настолько, чтобы он установился на определенном показании в течение достаточно короткого времени (см. приложение IV).<br>Приложение IV.<br>Нижеследующая таблица показывает, что можно считать крайними пределами достаточно короткого времени, необходимого для того, чтобы указатель принял определенное положение на средней точке шкалы после того как прибор включен в цепь:<br>При шкале, не превосходящей по длине:<br>4½″ (102 mm.) 2½″<br>4″ (178 mm.) 3<br>12″ (305 mm.) 5 | § 23. Амперметры, вольтметры или ваттметры должны быть успокоены настолько, чтобы удовлетворять следующим условиям:<br><br>Если указатель находился на нуле, и затем к прибору была приложена или через него пропущена величина, соответствующая среднему между наибольшим и наименьшим показанием, то амплитуда колебаний стрелки не должна превосходить 2% от наибольшего значения шкалы по прошествии времени, указанного в следующей таблице: | Успокоение прибора характеризуется:<br>1. Отношением первой элонгации к установившемуся отклонению, когда через прибор внезапно пропускают соответствующий ток.<br>2. Временем, которое необходимо для успокоения стрелки при тех же условиях.<br>Чтобы произвести испытание, через прибор внезапно пропускают ток, дающий отклонение, примерно равное двум третям длины шкалы (измеренной в сантиметрах). При этом условии, когда ток включен внезапно, отношение между первой элонгацией и установившимся отклонением, измеренными в делениях шкалы, не должно превосходить 1,33.<br>У приборов с укороченной шкалой установившееся отклонение выбирают около двух третей полезной части шкалы и вычитают начальное значение шкалы из отчета элонгации и установившегося отклонения. Отношение полученных таким образом величин должно быть меньше 1,33. При тех же условиях испытания, что и выше, измеряют время, прошедшее от первой элонгации до той, которая превосходит установившееся отклонение на величину наиболее близкую к $\frac{1}{100}$ от этого отклонения, считая по делениям прибора.<br>Это время не должно превосходить 3 секунд.<br>Примечание 1. Если шкала прибора сильно сгущена на конце, измере- | § 33—27. Коэффициент успокоения есть отношение угловых отклонений указателя в двух последовательных колебаниях около положения равновесия.<br>§ 33—28. Успокаиваемость.<br>Этот термин обозначает скорость, с которой указатель прибора успокаивается после изменения измеряемой величины. Он может быть измерен в величинах, обратных времени в секундах, которое необходимо для того, чтобы указатель успокоился после изменения измеряемой величины. |

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|

| Форма приб. | Длина шкалы. | Тип прибора: с пост. маг. и подв. кат. | Тип прибора: эл. маг. или эл. динам. |
|---|---|---|---|
| Профильн. | 7" (178 mm) и меньше | 3 сек. | 4½ сек. |
| „ | от 7" до 8" (203 mm) | 3½ „ | 5½ „ |
| „ | от 8" до 10" (254 mm) | 4½ „ | 7 „ |
| „ | от 10" до 12" (305 mm) | 5 „ | 7½ „ |

| Форма приб. | Длина шкалы. | Тип прибора: с пост. маг. и подв. кат. | Тип прибора: эл. маг. или эл. динам. |
|---|---|---|---|
| Кругл. | 6" (152 mm) и меньше | 2 сек. | 3 сек. |
| „ | от 6" до 8" (203 mm) | 2½ „ | 4 „ |
| „ | от 8" до 10" (254 mm) | 3 „ | 4½ „ |
| Сектор. | 6" (152 mm) и меньше | 2 „ | 3 „ |
| „ | от 6" до 8" (203 mm) | 3 „ | 4½ „ |
| „ | от 8" до 9" (228 mm) | 4 „ | 6 „ |
| „ | от 9" до 12" (305 mm) | 4½ „ | 7 „ |
| „ | от 12" до 15" (381 mm) | 5 „ | 7½ „ |
| „ | от 15" до 18" (457 mm) | 6 „ | 9 „ |

Прим. Тепловые амперметры и вольтметры, электростатические вольтметры, фазометры и частотомеры не подлежат действию этого параграфа.

ния, о которых упоминалось в этом параграфе, могут по требованию поставщика производиться в сантиметрах.

2. Условия успокоения, изложенные выше, относятся только к приборам с непосредственным отчетом.

Условия успокоения регистрирующих приборов будут составлены дополнительно.

## Л. О. ЦЭС

§ 18. Изоляция приборов должна выдерживать в течение одной минуты указанное в таблице III напряжение переменного тока, частотою в 50 пер/сек. при мощности источника тока не менее 0,5 к W. Напряжение должно быть приложено между соединенными вместе зажимами прибора и кожухом прибора или какой-либо иной металлической частью прибора, обычно не изолирующейся от кожуха.

Таблица II.

Испытательное напряжение изоляции прибора.

| Для приборов, предназначенных для включения в цепь с напряжением относительно земли. | Испытательное напряжение должно равняться (действующие величины). |
|---|---|
| 0 — 50 V | 500 V |
| 51 — 250 " | 1 000 " |
| 251 — 500 " | 1 500 " |
| 501 — 750 " | 2 000 " |
| 751 — 1 000 " | 2 500 " |
| свыше 1 000 " | 1 000 V плюс удвоенное напряжение между проводами |

При испытании по настоящему параграфу напряжение должно быть постепенно повышено до требуемой вели-

## ГЭЭИ

§ 31. Испытание изоляции. Прочность изоляции прибора и его принадлежностей на пробивание должна быть испытана на фабрике, после его полной сборки, переменным током. Частота испытательного напряжения должна лежать между 15—60 пер сек. и форма кривой практически должна быть синусоидальной. Пробное напряжение должно быть постепенно повышено до размеров, указанных в таблице, и поддерживаться в течение 60 секунд. Один полюс источника напряжения присоединяется к параллельно соединенным между собой токоведущим частям прибора, а другой—к металлической основе прибора, а если последний имеет не металлическое основание, то к металлической пластинке, подложенной под его основание. Все детали, выходящие из кожуха наружу, которые не являются токоведущими частями прибора, соединяются металлически между собою или с металлической пластинкой, подложенной под основание прибора.

Рабочим напряжением в нижеуказанной таблице называется: в амперметрах—напряжение токоведущей части прибора по отношению к заземленному кожуху; в вольтметрах, ваттметрах и фазометрах—номинальное напряжение, или, в случае, если оно выше, - напряжение относительно земли.

Для аппаратов, которые присоединяются без измерительных трансформаторов, установлены следующие испытательные напряжения:

## Германские.

§ 29. Испытание на пробой должно производиться над собранным прибором или принадлежностью прибора. При испытании должны быть выполнены следующие правила.

Частота испытательного напряжения должна лежать между 15 и 16 пер/сек. и форма кривой должна быть практически синусоидальной.

Испытательное напряжение должно быть повышено постепенно до величины, указанной в таблице, и выдержано в течение 1 минуты. Один полюс источника напряжения должен быть присоединен к связанным между собою при помощи проводника частям прибора, находящимся во время работы прибора под напряжением.

Другой полюс должен быть соединен с металлическим цоколем прибора, с которым должны быть соединены все другие металлические части, находящиеся на кожухе. Если цоколь или кожух сделаны из непроводящего материала, то один полюс должен быть соединен с металлической плитой, на которую должен быть положен прибор или принадлежность прибора и с которой должны быть соединены проводником все другие металлические части, находящиеся на кожухе, равно как и все иные места, подвергающиеся опасности.

Для приборов, включаемых не через измерительные трансформаторы, устанавливаются следующие испытательные напряжения:

## Английские 1919 г.

§ 28. По отношению к изоляции приборы должны удовлетворять следующим требованиям:

а) Сопротивление изоляции между всеми электрическими цепями прибора, соединенными вместе, и кожухом, в котором они находятся, или другой металлической частью, обычно не изолированной от корпуса, когда прибор находится в работе, должно быть не меньше 5 мегомов.

б) Сопротивление изоляции между последовательной и параллельной обмотками (если последняя имеется), должно быть не меньше 2 мегомов.

в) Материал изоляции между всеми электрическими цепями прибора, соединенными вместе, и кожухом или другой металлической частью, обычно не изолированной от кожуха, когда прибор находится в работе, должен выдерживать в течение одной минуты напряжение переменного тока согласно следующей таблицы:

| Напряжение относительно земли той сети, для которой предназначен прибор. | Испытательное напряжение (переменный ток). |
|---|---|
| Не свыше 25 V . . . . | 250 V плюс удвоенное рабочее напряжение сети. |
| свыше 25, но не свыше 1 000 V . . . . . | 500 V плюс удвоенное рабочее напряжение сети. |
| свыше 1 000 V . . . . | 1 000 V плюс удвоенное рабочее напряжение сети. |

## Английские 1926 г.

§ 26. Сопротивление изоляции должно быть измерено при помощи постоянного тока напряжением не меньше 200 V и не больше 500 V, приложенного в течение времени, достаточного для того, чтобы стрелка измерителя изоляции практически успокоилась.

При этих условиях:

а) Когда все электрические цепи соединены вместе, сопротивление изоляции между зажимами и кожухом или другой металлической частью, обычно не изолированной от кожуха, когда прибор находится в работе, должно быть не меньше десяти мегомов.

б) Сопротивление изоляции между последовательной и параллельной обмотками (если последняя имеется) должно быть не меньше пяти мегомов.

§ 27. Материал изоляции между всеми электрическими цепями, соединенными вместе, и кожухом или другой металлической частью, обычно не изолированной от кожуха, когда прибор находится в работе, должен выдерживать в течение одной минуты приложение испытательного напряжения переменного тока, по форме не сильно отличающегося от синусоиды, по величине равного предписанному следующей таблицей:

## Французские.

Нижеследующие правила применяются только к приборам, предназначенным к установке внутри закрытых помещений.

Для испытания изоляции приборов, помещаемых на открытом воздухе, могут быть составлены особые правила.

Величина испытательного напряжения для каждой цепи должна быть равной удвоенному нормальному напряжению этой цепи, увеличенному на 1 000 V.

### Исключение.

Обмотки приборов, нормально устанавливаемых в цепях с напряжением не выше 25 V испытываются напряжением в 500 V.

Если напряжение цепи, в которую будет включен прибор, заключается между 25 и 250 V, изоляция испытывается при 1 500.

Состояние испытываемого прибора. Прибор должен быть в хорошем состоянии и испытание высоким напряжением должно производиться (если не оговорено обратного) перед тем, как прибор будет установлен для работы. Напряжение не следует прилагать, когда сопротивление изоляции уменьшено вследствие присутствия пыли или влаги.

Испытание должно производиться только по одному разу над каждым прибором, который должен быть при этом совершенно собран, и ни в коем случае не должно производиться над отдельными несобранными частями прибора.

Место приложения напряжения. Испытательное напряжение должно быть приложено постепенно между каждым элементом электрической цепи и всеми другими элементами, включенными между ними на корпус прибора.

Если прибор имеет цоколь из изолирующего материала, на все места укрепления прибора должны быть помещены металлические части в точности в таких же условиях, в каких они будут находиться у нормально установленного прибора, и эти металлические части дол-

## Американские.

§ 33—250. Нормальное испытательное напряжение для приборов, имеющих параллельные обмотки на напряжение не свыше 750 V как с внутренним, так и с наружным добавочным сопротивлением, должно быть равно удвоенному номинальному напряжению всей комбинации плюс 1 000 V. Нормальное испытательное напряжение для приборов, не имеющих параллельных обмоток, должно быть 1 000 вольт.

Испытание должно производиться переменным током согласно § 33—254.

Испытания изоляции между последовательными и параллельными обмотками приборов (если обе имеются) должны производиться при соблюдении требований § 33—300.

§ 33—251. Испытательное напряжение должно быть приложено непрерывно в течение 60 секунд.

§ 33—252. Испытание изоляции должно производиться над собранными приборами.

§ 33—253. Испытательное напряжение должно быть приложено между всеми электрическими цепями прибора, соединенными вместе, и остальными заземленными частями.

§ 33—254. Частота испытательного напряжения должна быть не меньше 15 периодов и не больше 60 периодов в секунду. Рекомендуется синусоидальная форма кривой Амплитуда кривой напряжения должна быть равна $V\overline{2}$ раз от нормированного испытательного напряжения.

§ 33—300. Сопротивление изоляции между всеми электрическими цепями прибора, соединенными вместе и корпусом, не должно быть меньше 20 MΩ.

Сопротивление изоляции между последовательной и параллельной обмотками прибора (если обе имеются) должно быть не меньше 5 MΩ. Эти испытания производятся постоянным током напряжением в 500 V.

Если прибор заказан с одной или более цепями, соединенными внутри с корпусом, допускаются необходимые исключения из этого требования.

## Л. О. ЦЭС

чины и выдержано затем в течение одной минуты. Скорость повышения напряжения должна быть не менее 100 V в секунду. Форма кривой напряжения должна быть практически синусоидальной.

Если весь кожух или только цоколь прибора являются непроводимыми, то прибор помещается на металлической плите и испытательное напряжение прилагается между зажимами прибора и этой плитой. Приборы для номинальных напряжений до 1 000 V могут применяться и для больших напряжений, если они изолированы от земли соответственно техническим условиям для аппаратов высокого напряжения. При этом кожух каждого прибора соединяется с одним из зажимов этого прибора при помощи ясно видимого проводника и помечается знаком красной молнии. Если в приборах для напряжений свыше 1 000 V измеритель заземлен так, что его напряжение относительно земли не может превзойти некоторой части общего напряжения сети, испытательное напряжение изоляции измерителя определяется по этой части напряжения сети.

Испытательное напряжение изоляции приборов, включаемых через измерительные трансформаторы должно быть равно 2 000 V. Испытательное напряжение изоляции амперметров должно быть равно 1 500 V если не оговорено более высокое напряжение.

Испытательное напряжение изоляции переносных приборов с металлическим кожухом определяется по таблице II, но должно быть не менее 2 000.

Требования настоящего параграфа относятся также и ко всем вспомогательным частям прибора.

## ГЭЭИ

| Наибольшее рабочее напряжение. | Напряжение испытания. | Условное обозначение испытательного напряжения. |
|---|---|---|
| Не свыше 40 в. . | 500 в. | Не имеет |
| От 41 до 100 в. . | 1000 „ | — |
| от 101 до 650 в. . | 2000 „ | II |
| от 651 до 900 в. . | 3000 „ | III |
| от 901 до 1500 в. . | 4000 „ | IIII |
| свыше 1500 в. . . | 1000+удвоен. раб. напр. | Число молний, соответствующее числу киловольт испытат. напряжения. |

Эти напряжения испытания установлены как для прибора, так и для принадлежностей его; последние выбираются соответственно наибольшему рабочему напряжению всего аппарата.

Приборы для номинальных напряжений до 1 500 V могут применяться для больших рабочих напряжений, если они изолированы соответственно нормам для конструкции аппаратов высокого напряжения, при этом кожухи приборов связываются снаружи ясно видимым проводником с одним из полюсов прибора и помечаются красной молнией, как находящиеся под высоким напряжением.

Если в аппаратах для напряжений свыше 1 500 V прибор заземлен так, что на самом приборе может появиться только часть напряжения сети, то только эта часть напряжения считается рабочим напряжением и по нему определяется напряжение испытания прибора.

## Германские.

| Наибольш. напр. относит. корпуса *). | Испытательное напряжение. | Знак испытательн. напряжения. |
|---|---|---|
| Не выше 40 V. . . | 500 V | черная звезда. |
| от 41 до 100 V. . | 1000 „ | коричневая „ |
| „ 101 „ 650 „ | 2000 „ | красная „ |
| „ 651 „ 900 „ | 3000 „ | голубая „ |
| „ 901 „ 1500 „ | 5000 „ | зеленая „ |

*) В дальнейшем для краткости обозначено „наибольшим напряжением".

Эти испытательные напряжения установлены как для прибора, так и для принадлежностей прибора. Они выбираются соответственно наибольшему напряжению.

Приборы для номинальных напряжений до 1 500 V могут применяться и для больших напряжений, если они изолированы согласно техническим условиям для конструирования аппаратов высокого напряжения.

При этом кожух прибора соединяется снаружи с одним из полюсов ясно видимым проводником и помечается красной молнией, как находящийся под высоким напряжением.

Если в приборах для напряжений свыше 1 500 V измеритель во время работы заземлен так, что на нем может

## Английские 1919 г.

Для приборов, применяемых вместе с измерительными трансформаторами тока или напряжения, испытательное напряжение должно быть 2 000 V (переменного тока).

Если испытание производится постоянным током, напряжение должно быть повышено на 50% от величин, указанных в стоящей выше таблице.

Сопротивление изоляции должно быть измерено при помощи напряжения, не меньшего 200 V и не большего 500 V (постоянного тока), приложенного в течение времени, достаточного для того, чтобы отчет измерителя изоляции сделался практически устойчивым.

Требования (а) и (в) относятся ко всем вспомогательным частям, применяемым с прибором, кроме трансформаторов тока или напряжения.

## Английские 1926 г.

| Напряжение сети, в которой прибор будет включен. | Длина шкалы или диаметр прибора, смотря по тому, что меньше. | Испытательное напряжение (перем. тока). |
|---|---|---|
| 250 V и ниже | 3½ дюйма (включ.) и меньше | 500 V |
| тоже | больше 3½ дюймов | 2000 V. |
| 251 V и выше до 650 включительно | любой величины | 2000 V |
| выше 650 V | любой величины | 1000 V плюс удвоенное рабочее напряжение сети. |

Для приборов, включаемых через трансформаторы тока или напряжения, испытательное напряжение должно быть 2000 V (переменный ток) независимо от того, будет ли длина шкалы или диаметр равны 3½ дюймов или меньше.

## Французские.

жны рассматриваться как корпус прибора.

Продолжительность приложения испытательного напряжения.

Испытательное напряжение должно быть приложено непрерывно в течение 60 секунд.

Частота и форма кривой испытательного напряжения.

Испытательное напряжение должно быть переменным. Форма кривой напряжения должна быть практически синусоидальной (Форма, коэффициент деформации которой меньше 0,05, рассматривается, как практически синусоидальная).

## Американские.

| Л. О. ЦЭС | Г Э Э И | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Напряжение заземления для принадлежностей считается то же, что и для аппаратов.<br>Электростатические приборы М—7 должны иметь добавочное сопротивление или добавочный конденсатор, который предотвращает короткие замыкания при перекрытии измерительного механизма.<br>В приборах, предназначенных для присоединения к измерительным трансформаторам, испытуемым напряжением является 2 000 V.<br>Эти условия определения относятся также и для принадлежностей приборов.<br>Переносные приборы с металлическим кожухом испытываются напряжением, соответствующим наибольшему рабочему напряжению, но не менее 2 000 V напряжения. | появиться только часть напряжения сети, то только эта часть должна рассматриваться как наибольшее напряжение в смысле приведенной выше таблицы и по ней должно определяться испытательное напряжение изоляции измерителя.<br>В качестве напряжения относительно земли для принадлежностей считается то же, что и для прибора.<br>Электростатические приборы (М—7) должны иметь добавочные сопротивления или добавочные конденсаторы, которые должны предотвращать короткие замыкания при разряде в измерителе.<br>Для приборов, включаемых через измерительные трансформаторы, у которых вторичная обмотка изолирована от первичной, испытательное напряжение должно быть не меньше 2 000 V.<br>Переносные приборы с металлическим кожухом должны испытываться напряжением, соответствующим наибольшему напряженно, но не большим 2 000 V. | | | | |

## Сравнительная таблица испытательного напряжения изоляции приборов по разным техническим условиям

| Рабочее напряжение прибора | Испытательное напряжение по техническим условиям: | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Английским | | | Французским | Американским для приборов | |
| | Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германским | 1919 г. | 1926 г. Диаметр прибора меньше $3^1/_2$ дюйм. | 1926 г. Диаметр прибора больше $3^1/_2$ дюйм. | | без параллельной обмотки | с параллельной обмоткой |
| 0— 25 V . . . . | 500 | 500 | 500 | 300 | 500 | 2 000 | 500 | 1 000 | 1 050 |
| 26— 40 „ . . . . | 500 | 500 | 500 | 580 | 500 | 2 000 | 1 500 | 1 000 | 1 080 |
| 41— 50 „ . . . . | 500 | 1 000 | 1 000 | 600 | 500 | 2 000 | 1 500 | 1 000 | 1 100 |
| 51— 100 „ . . . . | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 700 | 500 | 2 000 | 1 500 | 1 000 | 1 200 |
| 101— 250 „ . . . . | 1 000 | 2 000 | 2 000 | 1 000 | 500 | 2 000 | 1 500 | 1 000 | 1 500 |
| 251— 500 „ . . . . | 1 500 | 2 000 | 2 000 | 1 500 | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 1 000 | 2 000 |
| 501— 650 „ . . . . | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 1 800 | 2 000 | 2 000 | 2 300 | 1 000 | 2 300 |
| 651— 660 „ . . . . | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 1 820 | 2 000 | 2 000 | 2 320 | 1 000 | 2 320 |
| 661— 750 „ . . . . | 2 000 | 3 000 | 3 000 | 2 000 | 2 500 | 2 500 | 2 500 | 1 000 | 2 500 |
| 751— 900 „ . . . . | 2 500 | 3 000 | 3 000 | 2 300 | 2 800 | 2 800 | 2 800 | 1 000 | — |
| 901—1 000 „ . . . . | 2 500 | 4 000 | 5 000 | 2 500 | 3 000 | 3 000 | 3 000 | 1 000 | — |
| 1 001—1 500 „ . . . . | 4 000 | 4 000 | — | 4 000 | 4 000 | 4 000 | 4 000 | 1 000 | — |
| 1 501 и выше . . . . . | — | 1 000V+2E | — | — | — | — | — | 1 000 | — |

Подчеркнуты наивысшие из всех испытательных напряжений данной строки.

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| § 19. Перегрузка. Амперметры II-го и III классов и последовательные обмотки ваттметров II класса должны выдерживать без всяких повреждений и каких либо остаточных изменений перегрузку в течение 45 мин. током на 20% больше номинального, а также 9 ударов 5-ти кратным током в практически безындукционной цепи при продолжительности удара в 0,5 сек. и при промежутке времени между ударами в 1 минуту и в заключение 1 удар пятикратным током продолжительностью 5 сек. Этим же условиям должны удовлетворять и шунты.<br>Вольтметры и тонкие обмотки ваттметров всех классов на перегрузку не испытываются, но должны выдерживать без всяких повреждений и каких-либо остаточных изменений действие своего номинального напряжения в течение 45 мин. Этому же условию должны удовлетворять и добавочные сопротивления для вольтметров и ваттметров.<br>Последовательные обмотки ваттметров I класса и приборов с ленточным подвесом, а также амперметры I-го класса и тепловые приборы всех классов на перегрузку не испытываются, но должны выдерживать без всяких повреждений и каких либо остаточных изменений действие номинальной силы тока в течение 45 минут.<br>Охлажденные до нормальной температуры после этого испытания приборы должны удовлетворять требованию § 25 настоящих Т. У. | § 28. Щитовые амперметры, ваттметры, класса $T_1$ и $T_2$, за исключением приборов, действующих по принципу М—3 и М—5, должны выдерживать один раз, в практически безындукционной цепи тока, нижеследующие ударные перегрузки токоведущих частей без механического и термического повреждения их.<br>Число и продолжительность ударов:<br>9 ударов продолжительностью 0,5 сек. с промежутками в 1 минуту; в заключение 1 удар продолжительностью 5 сек.<br>Сила ударов:<br>Для амперметров—5-кратное номинальное значение шкалы.<br>Для ваттметров—5-кратное значение номинального тока. | § 27. Щитовые амперметры и ваттметры классов G и H за исключением приборов, действующих по принципу М—3 и М—5 должны выдерживать один раз в практически безындукционной цепи нижеследующие ударные перегрузки последовательных обмоток без заметного механического и термического повреждения их:<br>Число и продолжительность ударов: 9 ударов, продолжительностью в 0,5 сек., с промежутками в 1 мин., в заключение 1 удар продолжительностью в 5 сек.<br>Сила ударов:<br>Для амперметров — 10 кратное от наибольшего значения рабочей части шкалы.<br>Для ваттметров — 10 кратное значение номинального тока. | § 22. Ни одна часть шунта не должна нагреваться более чем на 60°C сверх температуры окружающей среды при прохождении номинального тока и через 45 минут после включения. | § 35 б) Ни одна часть шунта не должна повышать своей температуры более, чем на 80° C (176° F) сверх температуры окружающего воздуха после прохождения в течение двух часов тока, соответствующего наибольшему значению шкалы измерителя.<br>в) Главные зажимы шунта должны быть устроены так, чтобы небольшие изменения в способе присоединения его к цепи не изменяли показания прибора больше, чем на 0,25%. | § 25. О нагревании шунта ничего не сказано. Пункты (в) и (г), § 35 — 1919 г. оставлены без изменений (см. левее) пункты (д) и (е) того же § 35—1919 г. вычеркнуты. Падение напряжения на зажимах шунтов (§ 29 — 1919 г.) оставлено без изменений. | При внезапном пропускании через прибор в течение очень короткого времени такого тока, который мог бы дать постоянное отклонение, равное удвоенному значению шкалы, на приборе не должно обнаруживаться никаких следов повреждения, в частности, стрелка не должна деформироваться.<br>Через амперметры и вольтметры пропускают двойной ток. Через последовательную обмотку ваттметров пропускают двойной ток, когда к параллельной обмотке приложено нормальное напряжение.<br>Опыт перегрузки повторяется 5 раз. Продолжительность прохождения тока зависит от размеров прибора и его успокоения; она должна быть меньше для малых и мало успокоенных приборов и больше для приборов с тяжелой подвижной системой, хорошо успокоенной. Она должна быть достаточной для того, чтобы стрелка уперлась в конце шкалы, но не должна превосходить 1 секунды.<br>Между двумя испытаниями прибору дают остыть в течение времени, большего 15 секунд. Это испытание не производится над тепловыми приборами.<br>Разность потенциалов на зажимах шунта при токе нормального нагревания.<br>Рекомендуется выбирать, насколько возможно, значения 0,1 V и 0,3 V.<br>Сопротивление шунтов щитовых и контрольных приборов должно быть точно до ± 0,5 % при измерении как в холодном, так и нагретом состоянии при токе нормального нагревания.<br>Сопротивление шунтов эталонных приборов должно быть точно до 0,2%. | § 33—151. Превышение температуры шунтов не должно превосходить 80°C, если оно измеряется при помощи термометра.<br>Исключение.<br>Это правило не относится к шунтам, не имеющим спаянных соединений и сделанных из материала, который не изменяет своего сопротивления, если он продолжительное время подвергнут высокой температуре. |

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские. | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | г) Устройство шунта и соединительных проводников должно быть таково, чтобы в них не возникало термоэлектродвижущей силы, могущей изменить показания прибора больше чем на 0,25%.<br>д) Падение на напряжения на зажимах шунта для измерителя с подвижной катушкой и постоянным магнитом должно быть равно указанному в § 29 (т. е. для эталонных приборов—0,5 или 1 m V на деление, для остальных приборов—75 m V).<br>е) Падение напряжения на зажимах шунтов для всех измерителей, кроме измерителей с подвижной катушкой и постоянным магнитом не должно ни в каком случае превосходить 1,0 вольта при наибольшем показании измерителя. | | Нагревание. Требования относительно нагревания относятся только к шунтам на 0,1 вольта для постоянного тока и для силы тока не свыше 2000 А. Относительно шунтов на большие силы тока или шунтов для переменного тока должны быть в каждом случае заключены особые соглашения.<br>Опыт нагревания производится над шунтом, помещенным вертикально на воздухе, подводы тока должны находиться на той же вертикали. При испытании должен быть применен постоянный ток, однако опыт может быть произведен и на переменном токе промышленной частоты, если завод или поставщик не могут предоставить постоянного тока.<br>При выполнении опыта нагревания сначала проделывают предварительный опыт, в котором шунт заменяют шиной того же материала, что и остальная часть цепи, имеющей соединительные зажимы того же размера, что и шунт.<br>Вся цепь должна быть выполнена так, как это необходимо для нормального тока шунта. Превышение температуры соединений над температурой окружающего воздуха должно быть между 30° и 40° С, при чем температура самого воздуха может быть от 0° до 40° С.<br>После замены медной шины шунтом температура тех же соединений, которые исследовались в предыдущем опыте, а также и температура мест спая пластинок не должна превосходить больше чем на 25° С наивысшую температуру, определенную в предварительном опыте. | § 33—352. Главные зажимы шунта должны быть устроены так, чтобы небольшие изменения в способе присоединения его к цепи (подобные тем, которые могут встретиться в обычной монтерской установке) не изменяли показаний прибора больше чем на 0,25%.<br>Термические электродвижущие силы, возникающие при продолжительной работе шунта, при номинальной силе тока не должны превосходить значений, при котором изменение показания (при номинальном токе) может достичь 0,25%. Соединения с цепью должны быть сделаны так, чтобы условия отвода тепла от обоих зажимов шунта были одинаковы. |
| § 24. Погрешность прибора должна определяться на протяжении рабочей части шкалы при соблюдении следующих условий.<br>а) при нормальном положении прибора.<br>б) при любом расположении относительно земного магнитного поля.<br>в) при частоте 50 периодов или той, которая обозначена на приборе.<br>г) при температуре 20° С или той, которая обозначена на приборе. | § 33. В пределах измерений ошибка показаний в амперметрах, вольтметрах и ваттметрах не должна превосходить значений, указанных в таблицах стр. 27.<br>Эти пределы ошибок определяются при следующих условиях:<br>1) принадлежности прибора присоединяются к нему.<br>2) для ампер-вольт- и ваттметров и фазометров при номинальной частоте.<br>3) для ваттметров, фазометров и частотомеров при номинальном напряжении. | § 31. В пределах рабочей части шкалы погрешности показаний амперметров, вольтметров и ваттметров не должны превосходить (см. таблицу на 27 странице).<br>Эти пределы погрешности определяются при следующих условиях:<br>1) У амперметров, вольтметров и фазометров при номинальной частоте.<br>2) У ваттметров, фазометров и частотомеров при номинальном напряжении.<br>3) У фазометров при нагрузке током от 20 до 100% номинальной силы тока. | § 36. Погрешность в показаниях амперметра, вольтметра или ваттметра при коэффициенте мощности, равном единице, определяемая в пределах рабочей части шкалы, при условной температуре или при температуре, обозначенной на приборе, при номинальной частоте или при частоте обозначенной на приборе, при любом расположении в магнитном поле, не слишком превосходящем по напряжению поле земли (за исключением ваттме- | § 32. а) Способы, употребляемые при испытании приборов должны воспроизводить, насколько возможно точно, те условия, в которых прибор будет эксплоатироваться.<br>б) Если прибор может менять свои показания в зависимости от времени, в течение которого он был включен, то во время испытания необходимо выполнять следующие условия:<br>1) Эталонные приборы могут быть испытываемы в любой момент после | Условия работы: Погрешности приборов должны определяться при температуре окружающего воздуха в 20° С.<br>Если испытание производится при иной температуре, следует принять во внимание температурный коэффициент прибора.<br>Температура испытания измеряется при помощи термометра, помещенного на половине высоты прибора на расстоянии от него около 1 метра. Температура испытания берется как средняя | Характеристики.<br>§ 33—200. Стандартной температурой для определения характеристик приборов должна быть 20° С.<br>Влияние условий работы.<br>При определении влияния условий работы (кроме влияния положения) амперметры и вольтметры должны испытываться при номинальном токе или соответственном напряжении. |

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| д) для ваттметров — при коэффициенте мощности, лежащем в пределах от 0,9 до 1,0.<br>е) для ваттметров, частотомеров и омметров — при номинальном напряжении.<br>Определение погрешности прибора I-го класса может быть произведено через любой промежуток времени после включения тока, проходящего через прибор. Приборы II и III классов, имеющие обмотки, включенные параллельно приемникам, должны быть предварительно прогреты в течение 15 минут действием номинального напряжения.<br>В тепловых приборах погрешность определяется по истечении времени, достаточного для того, чтобы указатель принял установившееся положение.<br>Обмотки приборов, снабженных нажимной кнопкой для включения, могут при определении погрешности оставаться включенными только на то время, которое необходимо для отсчетов, если эта кнопка не имеет приспособления для удержания ее включенной на продолжительное время.<br>Если кнопка может быть автоматически удержана продолжительное время нажатой, остается в силе требование, изложенное выше относительно прогрева приборов в течение 15 минут.<br>Для исключения влияния постороннего магнитного поля, погрешность приборов электродинамического типа, определяется как среднее арифметическое из двух погрешностей, полученных до и после переключения обмоток прибора.<br>Если прибор дает отклонение в обе стороны от нуля, то для определения погрешности, допускаемой параграфом 25, вместо наибольшего показания берется арифметическая сумма наибольших показаний по обе стороны от нуля. | 4) для фазометров при нагрузке током от 20 до 1 000% силы номинального тока.<br>5) коэффициент мощности в ваттметрах лежит между 0 и 1 (отстающий ток).<br>6) температура испытания должна быть одинаковой с условной температурой (20° С).<br>Если испытание производится при температуре испытания, отличающейся от условной температуры (20° С), то при определении ошибки следует принять во внимание температурный коэффициент прибора.<br>Температура испытания измеряется при помощи термометра, помещенного на высоте центра прибора, на расстоянии от него около 1 метра. Температура испытания берется как средняя из нескольких значений ее, полученных во время испытания.<br>Если прибор имеет заметный температурный коэффициент, то его следует до начала испытания продержать в температуре, близкой к температуре испытания в течение достаточного времени — примерно 2—3 часа, для того, чтобы все части его прогрелись до температуры испытания.<br>7) Из результатов испытания должны быть исключены влияния посторонних полей. Это правило не относится к ошибкам, получающимся в приборах класса Л и К, М 1 от действия поля земли, для чего они должны быть установлены соответственно с положением стрелки «север-юг».<br>Если этой стрелки нет, то прибор должен удовлетворять требованиям точности при всяком положении относительного земного поля.<br>В приборах класса Л и К категории М—3 влияние поля земли устраняется переключением тока в 2-х направлениях. | 4) При условной температуре в 20°С.<br>5) У вольтметров и амперметров классов Е и F как при кратковременном, так и при продолжительном включении.<br>У ваттметров классов Е и F при продолжительном включении параллельной обмотки и при кратковременном или продолжительном включении последовательной обмотки на номинальное напряжение или соответственно номинальный ток.<br>6) Из результатов испытания должны быть исключены влияния заметных посторонних полей. Приборы классов Е и F категории М—1 при этом должны быть установлены в таком положении относительно земного поля, которое указано стрелкой „север-юг". Если этой стрелки нет, то прибор должен удовлетворять требованиям точности при любом положении относительно земного поля. В приборах классов Е и F категории М—3 влияние поля земли устраняется переключением тока.<br>7) Приборы классов G и H должны быть нагреты перед испытанием до установившейся температуры и при том:<br>а) амперметры и вольтметры при 80% от конечного значения предела измерения.<br>б) Ваттметры и фазометры—посредством 100% номинального напряжения и 80% номинального тока. Если указаны пределы напряжений, то прибор нагружается средним напряжением.<br>8) Положение прибора должно по возможности более точно совпадать с тем, которое обозначено на приборе. | тров) не должна превосходить пределов, указанных в следующих таблицах.<br>У эталонных приборов определение точности может быть произведено в любой момент после включения прибора, а у приборов I и II класса это определение должно быть произведено после того, как прибор был включен непрерывно по крайней мере 15 мин.<br>У приборов, снабженных нажимной кнопкой, эта кнопка должна быть нажата только на время, достаточное для отсчета. | включения их в цепь, но приборы I и II классов должны испытываться после работы при номинальном токе и (или) напряжении в течение времени не меньшего 30 минут.<br>2) В приборах с несколькими пределами измерений испытание производится сперва при наивысшем пределе измерения после того, как прибор работал при номинальном токе и (или) напряжении не менее 30 минут *), а при каждом из следующих пределов измерения — после того, как прибор был выключен на 15 мин. и затем вновь включен на 15 минут при номинальном токе и (или) напряжении того предела измерений, при котором производится испытание.<br>3) Если прибор снабжен кнопкой, отсчет должен быть произведен насколько возможно быстрее после того, как нажата кнопка и кнопка должна быть отпущена сразу после того, как произведен отсчет.<br>в) Испытание должно производиться при условной температуре или температуре, обозначенной на приборе, или результаты испытания должны быть приведены к этой температуре.<br>г) Разрешается произвести установку указателя на нуль.<br>д) Испытания на переменном токе должны производиться при частоте, обозначенной на приборе, а при отсутствии подобного обозначения—при нормальной частоте.<br>е) Магнитное поле в месте испытания должно быть неизменным и не должно сильно отличаться от земного поля.<br>ж) Если на показания прибора влияет внешнее магнитное поле, то при испытании следует взять среднее из двух показаний, полученных при переключении тока, питающего прибор.<br>з) Ваттметры переменного тока должны испытываться согласно §§ 34 и 36<br>*) Это не относится к параллельным обмоткам приборов, снабженных кнопкой для выключения. | из нескольких значений, полученных во время испытания.<br>Если прибор имеет заметный температурный коэффициент, то его следует до начала испытания продержать в температуре, близкой, к температуре испытания в течение достаточного времени — примерно 2 или 3 часа, для того, чтобы все части его прогрелись до температуры окружающей среды.<br>Испытание должно происходить при нормальных условиях работы: прибор должен быть закрыт, положение должно быть нормальным и т. д.<br>У амперметров с подвижной катушкой и магнитом прибор должен быть соединен со своим шунтом теми проводами, которые для него изготовлены.<br>Испытание приборов переменного тока должно производиться током практически синусоидальной формы (с коэффициентом искажения не выше 5%) и при частоте или при пределах частоты, обозначенных на приборе.<br>Испытания ваттметров, фазометров, частотомеров должны происходить при нормальном напряжении.<br>Испытание щитовых приборов, у которых продолжительность прохождения тока по параллельной цепи имеет влияние на его показания, должно производиться по прошествии времени, достаточного для того, чтобы прибор принял температуру данного режима; наоборот, показания всех приборов должны оставаться в пределах точности, указанных ниже, какова бы ни была продолжительность прохождения тока по последовательной обмотке.<br>У приборов контрольных и эталонных показания должны оставаться в пределах точности, указанных ниже, какова бы ни была продолжительность прохождения тока по параллельной и последовательной обмоткам.<br>При испытании тепловых приборов всегда следует выждать время, достаточное для того, чтобы указатель принял установившееся положение. | Ваттметры должны испытываться при номинальном напряжении и таком токе (не превосходящем номинальный), который дает значительное отклонение, предпочтительно не меньшем того, который соответствует половине наибольшего показания.<br>Частотомеры (кроме испытания на влияние напряжения) должны испытываться при номинальном напряжении.<br>Фазометры и измерители синуса угла сдвига фаз должны испытываться при номинальном напряжении и номинальном токе при коэффициенте мощности равном единице. |

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8) В вольтметрах и амперметрах класса Л, К при коротком и длительном включении; в ваттметрах класса Л, К при длительном включении цепи напряжения и при коротком или длительном включении цепи тока соответственно при номинальном значении напряжения и тока.<br>9) Приборы класса Л, К с кнопкой и без приспособления для удержания ее в нажатом положении должны включаться лишь на время, потребное для отсчета.<br>10) Приборы классов $T_1$ и $T_2$ должны быть нагреты перед испытанием до установившейся (постоянной) температуры, а именно:<br>а) ампер и вольтметры посредством 80% номинального значения силы тока или напряжения;<br>б) ваттметры и фазометры посредством 100% номинального значения напряжения и 80% номинального значения тока. Если дан номинальный предел напряжений, то прибор нагружается средним напряжением;<br>в) в тепловых приборах показания снимаются по истечении времени, достаточного для того, чтобы указатель принял установившееся положение.<br>11) Положение прибора может отклоняться лишь на 0°30′ от положения, обозначенного на приборе. | | | при безиндукционной нагрузке, а многофазные ваттметры согласно § 36 при равномерной нагрузке.<br>в) При испытании многофазных приборов напряжение должно быть симметричным.<br>в) Многофазные фазометры должны испытываться согласно § 37 (а) и (б) при равномерной нагрузке, а согласно § 37 (а), (б) и (в) при симметричном напряжении. | Если шкала прибора начинается не с нуля, к градуированной части применяются те же условия, какие применялись бы, если шкала начиналась бы с нуля. | |
| § 25. Наибольшие допускаемые погрешности приборов, выраженные в %%, от наибольшего показания не должны превосходить величин, указанных в таблице IV. | § 33. В пределах измерений ошибка показаний в амперметрах, вольтметрах и ваттметрах не должна превосходить значений, указанных в нижеследующей таблице. | § 31. В пределах рабочей части шкалы погрешности показаний амперметров, вольтметров и ваттметров не должны превосходить: | § 36. Погрешность показаний не должна превосходить пределов, указанных в следующей таблице. | § 34. Погрешность показаний амперметров, вольтметров и ваттметров, испытываемых в согласии с указаниями § 32, не должна превосходить пределов, указанных в таблице. | Промышленные эталонные приборы.<br>Погрешность показаний приборов, после внесения в показания поправок, не должна превосходить следующих пределов: | |

## Л. О. ЦЭС

Таблица IV.

| | I кл. ± или — |
|---|---|
| Вольтметры магнитоэлектрич. | 0,2% |
| „ других типов | 0,4% |
| Амперметры магнитоэлектрич. | 0,5% |
| „ других типов | 0,5% |
| Ваттметры | 0,5% |
| Омметры (в % от показания) | 0,2% |

Вариация показаний прибора не должна превосходить для приборов I класса половины величины наибольшей допускаемой погрешности прибора.

Для электромагнитных приборов постоян. тока I кл. величина допускаемой вариации не устанавливается.

Допускаемая погрешность для приборов I класса увеличивается:

а) для вольтметров, имеющих предел измерения выше 250 V на 0,1%.

б) для вольтметров, имеющих калиброванные добавочные сопротивления еще на 0,1%.

в) для амперметров, имеющих калиброванные шунты на 0,2%.

## ГЭЭИ

Приборы класса Л. К.

| Род приборов | Категории приборов | Ошибки показаний в % номинального значения шкалы: Кл. Л. | Кл. К. |
|---|---|---|---|
| Амперметры и вольтметры | M1 | ± 0,2% | ± 0,5% |
| Вольт-и ваттметры | M2 — M6 | ± 0,3% | ± 0,5% |
| Амперметры | M2 — M5 | ± 0,4% | ± 0,6% |

Каждому прибору класса Л должен быть приложен лист поправок, содержащий обозначения, указанные в отделе Б (надписи), температурный коэффициент, если прибор обладает таковым и поправки; последние не должны превосходить 0,4% наибольшего значения шкалы, выраженного в делениях.

Допустимые ошибки для аппаратов класса Л К увеличиваются:

а) при пределах измерений, больших чем 250 V в цепи напряжения на 0,1%.

б) в аппаратах со сменными добавочными сопротивлениями еще на 0,1%.

в) в аппаратах со сменными шунтами на 0,2%.

## Германские

Приборы класса E и F с вспомогательными частями, заключенными в одном кожухе с измерителем.

| Род приборов. | Система измерителя. | Погрешность показаний в % от конца рабочей части шкалы: Класс E | Класс F |
|---|---|---|---|
| Амперметры и вольтметры | M—1 | ± 0,2% | ± 0,3% |
| Вольтметры и ваттметры | M—2+M—6 | ± 0,3% | ± 0,5% |
| Амперметры | M—2+M—5 | ± 0,4% | ± 0,6% |

Допустимые погрешности приборов классов E и F увеличиваются:

а) при пределах измерений, больших чем 250 V в параллельной цепи — на 0,1%.

б) в приборах со сменными добавочными сопротивлениями еще на 0,1%.

в) в приборах со сменными шунтами на 0,2%.

## Английские 1919 г.

Эталонные приборы.

| | Предел погрешности, выраженный в % от наибольшего показания. |
|---|---|
| Вольтметры с внутрен. добав. сопротивлением | ± 0,2 % |
| Вольтметры, измерители | „ 0,2 % |
| Амперметр. с внутр. шунтом | „ 0,5 % |
| Амп. измерители магнитоэлектр. системы | „ 0,3 % |
| Амп. измер. других систем | „ 0,5 % |
| Ваттметры с внут. сопр. и внутр. шунт. и указатели (при Cos φ=1) | „ 0,5 % |

## Английские 1926 г.

Приборы

Предел погрешности на рабочей части шкалы, выраженный в % от наибольшего показания. С пост. магн. эл. динамич. Другие системы и подв. кат.

| | | |
|---|---|---|
| Вольтметры на один предел измерений, как с внешн. так и с внутр. доб. сопр. | 0,2 | 0,3 (a) 0,5 (a) |
| Вольтметры на неск. пред. измерений как с внешн., так и с внутр. доб. сопрот. | 0,3 | 0,4 (a) 0,6 (a) |
| Вольтметры для трансформ. напряжения | — | 0,3 (б) 0,5 (б) |
| Амперметры на один предел измерений с внутр. шунтом | 0,5 | 0,5 0,5 |
| Амперметры на один предел измерений с наружн. шунтом или трансформатором | 0,3 (в) | 0,5 (б) 0,5 (б) |

## Французские

1. Вольтметры и милливольтметры с постоян. магнит. и подв. кат. . . . . ± 0,3% от наиб. показ.

2. Вольтметры, амперметры и ваттметры эл.-динамич. . . . . ± 0,4 „ „ „

Испытания ваттметров производятся при постоянном токе при всех необходимых предосторожностях или при переменном токе при Cos φ = 1.

Шунты амперметров и добав. сопротивления вольтметров и ваттметров должны быть точны до ± 0,2%.

К каждому эталонному прибору должен быть приложен лист поверки, содержащий главнейшие указания, требуемые параграфом „Надписи, которые должны быть на приборе", температурный коэффициент, если прибор обладает таковым, и поправки, т. е. такие величины, которые следует алгебраически прибавлять к показаниям, чтобы сделать их точными. Эти поправки не должны превосходить 0,4% от наибольшего значения шкалы, выраженного в делениях.

## Американские.

| Л. О. ЦЭС | Г Э Э И | Германские | Английские 1919 г. | Английские 19.6 г. | Французские | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|

| Приборы: | С одной системой для одноф. или равном. трехфазн. нагр. | С двумя системами для неравном. трехф. нагр. |
|---|---|---|
| Специальный эл. дин. ваттметр (см. § 31) | 0,25 (г) | |
| Эл. дин. ваттметр на один предел тока с внутр. шунтом и один предел напряж. с внутрен. или внешн. добавочн. сопротивл. . . . . | 0,5 (д) | 1,0 (д) |
| Тоже один пред. тока, неск. пред. нап р. | 0,6 (д) | 1,2 (д) |
| Тоже два пред. тока, один пред. напр. | 0,5 (е) | 1,0 (д) |
| Тоже два пред. тока, неск. пред. напр. | 0,6 (е) | 1,2 (д) |

а) Для вольтметров на напряжение выше 75 в.

б) См. BESA, выпуск № 81, § 19 и 24 для пределов погрешности трансформаторов и § 43 наст. Т. У.

в) См. § 35 для допустимой погрешности шунта.

г) За исключением погрешности от самонагревания, на которую прибавляется 0,1%.

д) Предполагается, что номинальное напряжение выше 75 V и номинальный ток не меньше 1 А и не больше 10 А.

## Л. О. ЦЭС

§ 25. Наибольшие допускаемые погрешности приборов, выраженные в %% от наибольшего показания, не должны превосходить величин, указанных в таблице IV:

Таблица IV.

| | II класс | III класс |
|---|---|---|
| Вольтметры магнитоэлектрич. | ± 1,0 | ± 2,0 |
| „ других типов | 2,0 | 4,0 |
| Амперметры магнитоэлектрич. | 1,0 | 2,0 |
| „ других типов | 2,0 | 4,0 |
| Ваттметры | 2,0 | — |
| Омметры (в %% от показания) | 1,0 | 2,0 |

Для всех приборов II и III классов величина допускаемой вариации не устанавливается.

Для частотомеров допускается след. погрешность:

Вибрац. типа 1% от соотв. показания.

Новых типов 1% от полусуммы крайних показаний.

Допускаемая погрешность для приборов II класса увеличивается:

а) для вольтметров, имеющих предел измерения выше 250 вольт на 0,3%

б) для вольтметров, имеющих калиброванные добавочные сопротивления, еще на 0,3%

в) для амперметров, имеющих калибров ные шунты на 0,5%.

## ГЭЭИ

§ 33. В пределах измерений, ошибка показаний в амперметрах, вольтметрах и ваттметрах не должна превосходить значений, указанных в нижеследующей таблице:

Приборы класса $T_1$ $T_2$

| Род аппарата | ошибка показания |
|---|---|
| Амперметр, вольтметр, ваттметр | ± 1,5% от номинального значения шкалы. |
| Фазометр | ± 2 угловых градуса. |
| Язычковый частотомер | ± 1% от должн. значения. |
| Указательный частотомер. | ± 1% от среднего значения шкалы. |

Для приборов класса $T_2$ допустимые ошибки имеют в два раза большее значение.

Указанные ошибки относятся к нанесенным делениям шкалы, не принимая во внимание поправочных таблиц к прибору, каковые служат только для установления действительных значений.

## Германские

§ 31. В пределах рабочей части шкалы погрешности показаний амперметров, вольтметров и ваттметров не должны превосходить:

Приборы класса G.

| Род приборов. | Погрешность показания. |
|---|---|
| Амперметры, вольтметры, ваттметры | ± 1,5% от конца рабочей части шкалы. |
| Фазометры | ± 2 угловых градуса шкалы. |
| Язычковый частотомер | ± 1% от действительного значения. |
| Стрелочный частотомер | ± 1% от среднего значения шкалы. |

Для приборов класса H устанавливаются удвоенные значения таблицы для класса G.

## Английские 1919 г.

§ 36. Погрешность показаний не должна превосходить пределов, указанных в следующей таблице:

Предел погрешн. амперметров, вольтметров, ваттметров.

| | От наибольшего значения шкалы до средней точки, выраженной в %% от показания. | | От средней точки до нижнего предела раб. части шк. выраж. в %% от половины наиб. знач. шкалы. | |
|---|---|---|---|---|
| | I класса | II класса | I класса | II класса |
| Вольтметры с внутренним добавочным сопротивлением | ± 1,0 | ± 2,0 | ± 1,0 | ± 2,0 |
| Вольтметры измерители | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 |
| Амперметры с внутр. шунтом | 2,0 | 4,0 | 2,0 | 4,0 |
| „ измерит. с пост. магн. и подв. кат. | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 |
| „ „ других систем | 2,0 | 4,0 | 2,0 | 4,0 |
| Ваттметры с внутр. сопр. и внутр. шунт и измерители (при Cos φ=1) | 2,5 | 5,0 | 2,5 | 5,0 |

## Английские 1926 г.

§ 34. Погрешность показаний амперметров, вольтметров и ваттметров, испытываемых в согласии с указаниями 8 29, не должна превосходить пределов указанных в таблице.

Предел погрешности.

| Прибор. | От наибольшего значения рабочей части шкалы до половины наибольшего значения шкалы, выраженное в %% от показания. | | От полсвины наиб. знач. шкалы до нижнего предела рабочей части шкалы, выраженное в %% от наиб. значения шкалы. | |
|---|---|---|---|---|
| | I кл. | II кл. | I кл. | II кл. |
| Вольтметры на один предел измерений как с внутр. так и наружн. добав. сопр. | 1,0 | 2,0 | 0,5 | 1,0 |
| То же на неск. предел. изм. с пост. магн. и п. к. | 1,2 | 2,4 | 0,6 | 1,2 |
| То же других систем | 1,5 (а) | 3,0 (а) | 0,75 (а) | 1,5 (а) |
| Вольтметр для трансформатора напряж. | 1,0 (б) | 2,0 (б) | 0,5 (б) | 1,0 (б) |

(а) Наинизшее номинальное напряжение 100 V и отношение наивысшего к наинизшему не больше 5 к 1.

(б), см. BESA выпуск № 81, § 19 и 24 для пределов погрешности трансформаторов и § 43 наст. Т. У.

## Французские

Наибольшие допустимые погрешности для измерительных приборов суть:

| ЩИТОВЫЕ ПРИБОРЫ. | Предел погрешности. В %%% от наибольшего значения шкалы. | Для част. шкалы от – до наиб. зн. | В %%% от показаний для остальной части шкалы. |
|---|---|---|---|
| а) Приборы пост. тока *). | | | |
| 1) Вольтм. и амперм. с пост. магн. и подв. кат. | ± 0,5 | 0 – 1/3 | ± 1,5% |
| 2) Электромагнитные (всегда при возрастающем токе или напр.). | ± 1 | 1/3 – 1/2 | ± 2 „ |
| б) Приборы переменного тока. | | | |
| 1) Вольтм. и амперм. тепловые или индукц. | ± 1 | 1/3 – 1/2 | ± 2 „ |
| 2) Ваттметры эл. динам. или индукцион. при Cos φ = 1. | ± 0,7 | 0 – 1/3 | ± 2 „ |
| 3) Фазометры: Абсолютная погрешность в коэффициенте мощности ± 0,03 при номинальных токе и напряжении. | | | |

| КОНТРОЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ. | Предел погрешности. В %%% от наибольшего значения шкалы. | Для част. шкалы от – до наиб. зн. | В %%% от показаний для остальной части шкалы. |
|---|---|---|---|
| Милливольтметры и вольтметры пост. тока с пост. магнит. и подв. кат. | ± 0,3 | 0 – 1/3 | ± 1,0% |
| Вольтм. и амперметры для пер. тока тепловые или электромагнити. | ± 0,8 | 0 – 1/2 | ± 1,5 „ |
| То же электродинамич. | ± 0,5 | 0 – 1/2 | ± 1,0 „ |
| Ваттметры эл. динамич. при Cos G = 1. | ± 0,4 | 0 – 1/3 | ± 1,0 „ |

*) Разность показаний для одного и того же напряжения или тока, когда показания получают при возрастающем токе, начиная с нуля или при убывающем токе, начиная с наибольшего значения, не должна превосходить 2% от наибольшего значения.

## Американские.

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские | Американские |
|---|---|---|---|---|---|---|

Продолжение таблицы.

| | Предел погрешности. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I кл. | II кл. | I кл. | II кл. |
| Ваттметры на один предел тока, внутр. шунт. и один пред. напряж. внутр. или нар. доб. сопр. . . . | 2,5 | 5,0 | 1,25 | 2,5 |
| То же один пред. тока, несколько предел. напряж. . | 3,0 | 6,0 | 1,5 | 3,0 |
| То же два пред. тока, один пред. напр. . . . . | 2,5 | 5,0 | 1,25 | 2,5 |
| То же два пред. тока и неск. пред. напр. . . . . | 3,0 | 6,0 | 1,5 | 3,0 |
| Амперметры на один предел измер. с пост. маг. и подв. кат. с шунтом . . . . . | 1,0 (в) | 2,0 (в) | 0,5 (в) | 1,0 (в) |
| То же эл. динамич. с внутр. шунтом, перем. тока на 5 или 10 А. . . . . | 1,0 (в) | 2,0 (в) | 0,5 (в) | 1,0 (в) |
| То же на один предел измер. с внутр. шунтом или для трансф. тока . . . . . | 2,0 (б) | 4,0 (б) | 1,0 (б) | 2,0 (б) |

(а) Наинизшее номинальное напряжение 100 V и отношение наивысшего к наинизшему не больше 5 к 1 (б), см. BESA выпуск № 81, § 19 и 24 для пределов погрешности трансформаторов и § 43 пост. Т. У. (в), см. § 35 для допустимой погрешности шунта.

## Л. О. ЦЭС

§ 26. Влияние частоты.

Наибольшие допускаемые погрешности приборов, указанные в § 25 и определенные при соблюдении всех условий § 24, кроме условий п. (в), увеличиваются на указанное число процентов, если изменяется частота в пределах указанных в таблице V.

Таблица V.

| Для приборов | Изменение частоты в % % от обозначенной на приборе. | Увеличение погрешности в % % от показаний |
|---|---|---|
| I кл. | 5 % | ± 0,25 % |
| II „ | 5 | 1,25 % |
| III „ | 5 | 2,5 % |

## Г Э Э И

§ 13. Номинальная частота в амперметрах, вольтметрах, ваттметрах и фазометрах есть указанная на приборе величина частоты, при которой прибор отвечает условиям точности показаний.

Номинальные пределы частоты в амперметрах, вольтметрах, ваттметрах и фазометрах, есть данные на приборе пределы частоты, при которых прибор отвечает условиям точности.

Если указана только одна номинальная частота, то номинальными пределами частоты являются 0,9 и 1,1 значения номинальной частоты.

§ 20. Величина влияния частоты в амперметрах, вольтметрах, ваттметрах и фазометрах есть наибольшее изменение показаний, которое получается исключительно вследствие изменения частоты в номинальных пределах частоты.

§ 35. Влияние частоты в амперовольт- и ваттметрах и фазометрах не должно превосходить:

в аппаратах:

| | |
|---|---|
| Класса Л К | ± 0,1 % |
| „ $T_1$ | ± 1 % |
| „ $T_2$ | ± 2 % |

в фазометрах

| | |
|---|---|
| класса $T_1$ | ± 2,0 уг. град. |
| в фазометрах класса $T_2$ | ± 4,0 уг. град. |

## Германские

§ 12. Номинальная частота для амперметров, вольтметров, ваттметров и фазометров есть указанная на приборе частота.

Номинальные пределы частоты для амперметров, вольтметров, ваттметров и фазометров есть указанные на приборе пределы частоты.

Если указана только одна частота, то номинальными пределами частоты являются произведения 0,9 и 1,1 на номинальную частоту.

§ 19. Величина влияния частоты для амперметров, вольтметров, ваттметров и фазометров есть наибольшее изменение показаний, которое получается исключительно вследствие изменения частоты в номинальных пределах частоты.

§ 33. Влияние частоты для амперметров, вольтметров, ваттметров и фазометров не должно превосходить:

| | |
|---|---|
| для приборов классов E и F | 0,1 %. |
| „ „ „ G | 1 %. |
| „ фазометров | 2 угл. град. |
| „ приборов класса H | 2 %. |
| „ фазометров | 4 угл. град. |

## Английские 1919 г.

§ 5. Термин „обычная частота" в данных Т. У. обозначает любую частоту между 25 и 100 периодами в секунду, включая обе указанные частоты.

§ 41. Изменение в показании прибора при обычной частоте (см. § 5) (за исключением частотомеров) в пределах рабочей части шкалы при изменении частоты от обозначенной на приборе, выраженное в процентах от отклонения, не должно превосходить следующих величин.

| Класс | изменение частоты в % % | предел изменения показаний % % от показаний + или — |
|---|---|---|
| этал. | 50 | 0,25 |
| I кл. | 5 | 1,0 |
| II кл. | 5 | 2,5 |

Примечание.

В приборах с несколькими пределами измерений, в которых самый низший предел измерения напряжения лежит ниже 110 вольт, числа третьего столбца таблицы должны быть удвоены для того же изменения частоты.

## Английские 1926 г.

§ 4. Термин „обычная частота" обозначает любую частоту от 25 до 100 пер/сек., включая обе указанные частоты.

§ 41. Изменение в показании приборов переменного тока при изменении частоты в пределах обычных частот или в ту или другую сторону от указанной на приборе частоты (если такое указание имеется) не должно (за исключениями, указанными ниже) превосходить пределов, указанных в следующей таблице.

| Класс | изменение частоты в % | При частоте от 25 до 50 пер. | Предел изменения показаний в % от показаний. При частоте от 51 до 100 пер. |
|---|---|---|---|
| Эталонные Ваттметры | | | |
| остальн. | 20 | 0,25 | 0,25 |
| приб. | 20 | 0,2 | 0,3 |
| I кл. | | | |
| все приб. | 10 | 0,5 | 1,0 |
| II кл. | | | |
| все приб. | 5 | 1,25 | 2,5 |

Числа, данные в третьем и четвертом столбцах, должны быть удвоены:

а) для вольтметров и ваттметров с несколькими пределами измерений для любого предела измерений, для которого номинальное напряжение меньше 110 вольт.

б) Для всех вольтметров и ваттметров, для которых номинальное напряжение равно или меньше 75 вольт.

## Французские

Влияние частоты.

В приборах переменного тока, предназначенных для работы при одной частоте, изменение частоты в ± 5 % не должно вызывать погрешности большей ± 2 % для коэффициента мощности цепи, равного единице.

## Американские.

§ 33—21. Влияние частоты (для всех приборов, кроме частотомеров) определяется как процентное изменение показания, которое вызывается исключительно изменением частоты на ± 10 % от номинальной.

## Л. О. ЦЭС

§ 27. Влияние температуры. Наибольшие допускаемые погрешности приборов, указанные в § 25 и определенные при соблюдении всех условий § 24, кроме условий п. г) увеличиваются на указанное в таблице IV число процентов от наибольшего показания, если изменяется температура окружающего воздуха на + 10°C от условий, указанных в пункте г) § 24.

Таблица VI.

| | I класс | II класс | III класс |
|---|---|---|---|
| Для амперметров и вольтметров | ± 0,5% | ± 2,0% | ± 3,0% |
| ваттметров | ± 0,3% | ± 2,0% | ± |

§ 28. Влияние коэффициента мощности.

Наибольшие допускаемые погрешности ваттметров, указанные в § 25 и определенные при соблюдении всех условий § 24, кроме условия п. д) увеличиваются на указанное в таблице VII число процентов от показания, если коэффициент мощности изменяется в пределах от 0,9 до 0,5.

Таблица VII.

Для приборов I-го класса ± 0,5% от показания.

Для приборов II-го класса + 1,0% от показания.

## ГЭЭИ

§ 17. Условной температурой считается температура окружающей среды в 20° С.

§ 20. Величина влияния температуры в амперметрах, вольтметрах, ваттметрах, фазо- и частотомерах есть изменение показания, которое вызывается исключительно тем, что температура испытания отличается от условной температуры на ± 10° С.

§ 34. Влияние температуры не должно вызывать ошибки, превосходящие в амперметрах

класса Л К . . . ± 0,5%
в вольтметрах и ваттметрах
класса Л К . . . ± 0,3%
в приборах
класса $T_1$ . . . . ± 2%
в приборах
класса $T_2$ . . . . ± 3%

§ 17. Температурный коэффициент прибора есть процентное изменение показания прибора, вызванное изменением температуры окружающей среды на 1°С.

Коэффициент считается положительным, если показание прибора при повышении температуры увеличивается.

Определение температурного коэффициента производится при двух температурах между 0° и 40° С и для 0,8 номинального значения шкалы.

## Германские

§ 16. Условной температурой считается температура окружающей среды в 20°С.

§ 19. Величина влияния температуры для амперметров, вольтметров, ваттметров, фазометров и частотомеров есть изменение показания, которое вызывается исключительно тем, что температура окружающей среды отличается от условной температуры на ± 10° .

§ 32. Влияние температуры не должно превосходить

для амперметров класса E и F 0,5%.
для вольтметров и ваттметров классов E и F 0,3%.
для приборов класса G 2%.
для приборов класса H 3%.

## Английские 1919 г.

§ 39. Изменение в показании прибора, выраженное в процентах от показания, происходящее вследствие изменения на 1°С температуры окружающего воздуха, не должно превосходить следующих величин:

| Прибор | Пределы изменений показания, выражен. в %% от показания. | | |
|---|---|---|---|
| | этал. | I класса | II класса |
| Вольтметр | ±0,1 | ±0,2 | ±0,4 |
| Амперметр | ±0,1 | ±0,2 | ±0,4 |
| Ваттметр | ±0,2 | ±0,3 | ±0,4 |

§ 42. Изменение показаний ваттметров в пределах рабочей части шкалы при изменении коэффициента мощности нагрузки от единицы до 0,5, выраженное в процентах от показания, не должно превосходить следующих величин.

| | | |
|---|---|---|
| ± эталонн. | +0,5% | от показания |
| I класс | +2,0% | |
| II класс | ±4,0% | |

## Английские 1926 г.

§ 39. Изменение в показании прибора, происходящее вследствие изменения на 1°С температуры окружающего воздуха не должно (за исключениями, указанными ниже) превосходить пределов, указанных в следующей таблице.

| Прибор | Пределы изменений показания, выражен. в % от показания. | | |
|---|---|---|---|
| | этал. | I класс | II класс |
| Вольтметр | 0,05 | 0,1 | 0,2 |
| Амперметр | 0,10 | 0,2 | 0,4 |
| Ваттметр | 0,075 | 0,15 | 0,3 |

Для всех приборов, кроме приборов с постоянным магнитом и подвижной катушкой, пределы допустимых изменений, указанные выше, удваиваются:

а) Для вольтметров и ваттметров с несколькими пределами измерений для всех пределов измерений, для которых номинальное напряжение ниже 110 вольт.

б) Для всех вольтметров и ваттметров, номинальное напряжение которых равно или меньше 75 вольт.

§ 42. Изменение показаний ваттметров при изменении коэффициента мощности нагрузки от единицы до 0,5, не должно превосходить пределов, указанных в следующей таблице:

| класс прибора | Предел изменения показания, выраженный в % от показания. |
|---|---|
| эталонн. | 0,5 |
| I класс | 1,5 |
| II класс | 3,0 |

## Французские

Влияние температуры окружающей среды.

Амперметры с подвижной катушкой и магнитом и электромагнитные вольтметры как щитовые, так и контрольные, должны иметь температурный коэффициент не больше 0,2% на 1° С.

Для других приборов, т. е. эталонных, температурный коэффициент должен быть не больше 0,1 % на 1° С.

Индукционные приборы должны иметь температурный коэффициент не больше 0,3% на 1° С. Определение температурного коэффициента должно производиться при двух температурах в пределах от 0° до 40° С и для показания прибора, близкого к 0,8 от наибольшего.

Температурным коэффициентом прибора или коэффициентом изменения показаний прибора от температуры называется относительная погрешность, наблюдаемая в показаниях прибора, когда температура окружающей среды изменяется на 1° С.

## Американские.

§ 33—20. Влияние температуры определяется, как процентное изменение показания, которое вызывается исключительно изменением температуры окружающей среды на ± 10°С от условной температуры (20°С).

§ 33—24. Влияние коэффициента мощности в ваттметрах определяется, как процентное изменение показания, которое вызывается исключительно понижением коэффициента мощности от единицы до 0,50 при отстающем токе, при номинальных напряжении и частоте.

## Л. О. ЦЭС

§ 29. Влияние напряжения. Наибольшие допускаемые погрешности ваттметров, указанные в § 25 и определенные при соблюдении всех условий § 24, кроме условий п. е) увеличиваются на указанное в таблице VIII число процентов от наибольшего показания, если напряжение изменяется в пределах ± 10% от номинального.

Таблица VIII.

Для приборов I-го класса ±0,5% от наиб. показ.

Для приборов II-го класса ±1,0% от наиб. показ.

Погрешность частотомеров при тех же, указанных в § 29, условиях увеличивается для приборов II класса на 0,5%, III класса—на 1% от полусуммы предельных значений шкалы.

§ 30. Изменение показания амперметров, вольтметров и ваттметров всех классов под действием внешнего магнитного поля напряжением в 5 гауссов при наибольшем отклонении стрелки не должно превосходить 3% от наибольшего показания. Для приборов переменного тока поле должно быть также переменным. Направление поля и его фаза должны быть выбраны так, чтобы создать наибольшее влияние на прибор. При испытании по § 30 к ваттметрам должно быть приложено номинальное напряжение. К динамометрическим приборам без железа требования § 30 не относятся.

## ГЭЭИ

§ 14. Номинальным напряжением в ваттметрах, фазометрах и частотомерах является напряжение, которое указано на приборе. Номинальные пределы напряжений в ваттметрах, фазометрах и частотомерах есть предельные значения напряжений, для которых прибор удовлетворяет условиям точности. Если дано только одно напряжение, то значения от 0,9 до 1,1 номинального напряжения являются номинальными пределами напряжения.

§ 20. Величина влияния напряжения в ваттметрах и частотомерах и фазометрах есть наибольшее изменение показаний которое вызывается изменением напряжения в номинальных пределах напряжения.

§ 36. Ошибки от влияния напряжения не должны превосходить:

| Класс | Ваттметр | Фазометр | Частотомер |
|---|---|---|---|
| Л | ±0,2% | - | — |
| К | ±0,5% | — | — |
| Т1 | ± 1% | ±1,0 угл. град. шкалы. | ±0,5 % от середины шкалы |
| Т2 | ± 2% | ±2,0 угл. град. шкалы | ± 1% от середины шкалы |

§ 20. Величина влияния посторонних полей есть изменение показания, которое получается исключительно от действия постороннего магнитного поля напряжения в 5 гауссов, образуемого током того же рода и частоты при неблагоприятном расположении прибора в этом магнитном поле и при неблагоприятной фазе.

Испытание амперметров и вольтметров производится при установке указателя на номинальное значение шкалы, а ваттметров и фазометров при наложении номинальнбго напряжения только.

§ 36. Влияние посторонних полей не должно вызывать ошибки, превосходящие в приборах класса (Л) (К) катего-

## Германские

§ 13. Номинальным напряжением для ваттметров, фазометров и частотомеров является напряжение, которое указано на приборе. Номинальные пределы напряжений для ваттметров, фазометров и частотомеров есть наинизшее и наивысшее напряжения, при которых прибор удовлетворяет требованиям относительно точности.

Если дано только одно напряжение, то произведения номинального напряжения на 0,9 и 1,1 являются номинальными пределами напряжения.

§ 19. Величина влияния напряжения для ваттметров, фазометров и частотомеров есть наибольшее изменение показаний, которое вызывается исключительно изменением напряжения в номинальных пределах напряжения.

§ 34. Величина влияния напряжения должна не превосходить:

| Класс | Ваттметр. | Фазометр. | Частотомер. |
|---|---|---|---|
| E | 0,2% | — | — |
| F | 0,5% | — | — |
| G | 1% | 1,0 Углов град. шкалы. | 0,5% От средины шкалы. |
| H | 2% | 2,0 угл. град. шкалы | 1,0% от средины шкалы |

Величина влияния посторонних полей есть изменение показания, которое получается исключительно от действия постороннего магнитного поля напряжением в 5 гауссов, образуемого током того же рода и частоты при самой неблагоприятной фазе постороннего поля и самом неблагоприятном взаимном положении, и притом для амперметров и вольтметров при установке указателя на конец рабочей части шкалы, для ваттметров и фазометров — при приложенном номинальном напряжении.

§ 35. Влияние посторонних полей не должно превосходить:

## Английские 1919 г.

§ 37. Предел погрешности фазометров. Изменение в токе или в напряжении в 10% вверх или вниз от обозначенной на приборе величины не должно вызывать изменения показания, большего половины углового градуса при коэффициенте мощности, лежащем между 0,5 и единицей.

§ 38. Предел погрешности частотомеров.

Изменение напряжения в 10% вверх или вниз от обозначенного на приборе не должно вызывать изменения показания, большего одного деления шкалы.

§ 40. Изменение в наибольшем показании амперметров или вольтметров, неподвижно закрепленных в каком либо положении, не должно превосходить 3% от этого показания, когда измеритель подвергнут влиянию магнитного поля в 10 единиц CGS в таком направлении, которое создает наибольшую погрешность в отсчете прибора.

Для приборов переменного тока постороннее поле должно быть переменным и быть в фазе с током катушки измерителя. Переносные приборы I класса, не удовлетворяющие этому требованию, и все эталонные приборы должны иметь надпись, указывающую

## Английские 1926 г.

§ 37. (в) Предел погрешности фазометров.

При изменении коэффициента мощности от 0,5 до 1,0 и при любом токе не меньшем одной пятой номинального, изменение напряжения на 10% от номинального не должно вызывать изменения показаний больше, чем на 0,5 углового градуса.

§ 38. Предел погрешности частотомеров.

Изменение напряжения в 10% от номинального не должно вызывать изменения показания, большего 1% от среднего значения шкалы.

§ 40. За исключением приборов, указанных в последнем абзаце этого параграфа, изменение в наибольшем показании амперметров и вольтметров I и II классов, неподвижно закрепленных в каком либо положении, не должно превосходить 1, 5% от этого показания для приборов с постоянным магнитом и подвижной катушкой и 3% от этого показания для других систем, когда прибор подвергнут влиянию магнитного поля в 5 единиц CGS какого угодно направления. Для приборов переменного тока постороннее поле должно быть переменным и быть в фазе с током катушки прибора. Переносные амперм-

## Французские

Влияние напряжения. В индукционных приборах изменение напряжения на ±10% не должно вызывать погрешности, большей ±2% при отклонении, равном 0,8 от наибольшего.

Влияние магнитных полей. Для приборов, на которые может влиять магнитное поле, создаваемое токами в подводящих проводниках или в соседних проводниках, поставщик или конструктор должны указать расположение первых и расстояние, на котором должны находиться вторые в зависимости от тока, проходящего по ним, чтобы погрешность, которую они вызывают у прибора, не превосходила 1% на показании, составляющем 0,8 от наибольшего.

## Американские.

§ 33—22. Влияние напряжения для всех приборов, кроме вольтметров, определяется, как некоторое процентное изменение в показании, которое вызывается исключительно изменением напряжения на ±10% от номинального.

§ 33—23. Влияние внешних полей определяется как процентное изменение показания, которое вызывается исключительно действием постороннего поля напряжением в 5 гауссов, образуемого током того же рода и частоты, как у тока, от которого работает прибор при самой неблагоприятной фазе и расположении внешнего поля.

| Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германские | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские. | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Примечание. — Напряжение магнитного поля в 5 гауссов получается в середине плоской круглой катушки диаметром 100 см. при токе, дающем 400 ампервитков. | рии М — 1, М — 2, М — 3 б, М — 3 в, М—5 —<br>± 3% ном зн. шкалы.<br>В приборах класса $T_1$ категории М1—М7—<br>± 3% ном. зн. шкалы,<br>в приборах класса $T_2$ категор. М1 — М7<br>± 5% ном. знач. шкалы.<br>Приборы категории М 3 а исключаются, так как они в высокой степени подвержены влиянию посторонних полей. | Для приборов классов Е и F категории М—1, М—2, М—3 в, М—3 с, М—5.<br>3% от конечного значения рабочей части шкалы.<br>Для приборов класса G категории М—1, М—7.<br>3% от конечного значения раб. части шкалы.<br>Для приборов класса Н категории М—1, М—7.<br>5% от конечного значения рабочей части шкалы.<br>Приборы категории М—3 а исключаются, так как они в высокой степени подвержены влиянию посторонних полей. | на необходимость принять меры предосторожности для устранения или уменьшения погрешности, происходящей от внешнего поля. | метры и вольтметры I класса не удовлетворяющие этому требованию, и все эталонные приборы должны иметь надпись, указывающую на необходимость принять меры предосторожности для устранения или уменьшения погрешности, происходящей от внешнего поля. | | |
| § 31. Уравновешение. В приборах, не снабженных уровнями, но снабженных указанием на шкале относительно нормального положения, подвижные части приборов должны быть уравновешены так, чтобы при уклонении шкалы прибора на 5 градусов от нормального положения, изменение показания прибора не превосходило величин, указанных в таблице IX.<br>Таблица IX.<br>Для приб. I кл. 0,5% от длин. шк.<br>„ „ II „ 1,0% „ „ „<br>„ „ III „ 2,0% „ „ „<br>Если нормальное положение прибора не указано на шкале, то разность между его показаниями при положении шкалы в горизонтальной и вертикальной плоскости не должна превосходить тех же величин. Для приборов, у которых нормальное положение не указано на шкале, при вертикальном положении шкалы не допускается поворачивание прибора в плоскости шкалы.<br>Степень уравновешения может быть проверена также и без включения тока. Прибор с хорошо уравновешенной си- | § 20. Величина влияния положения прибора есть изменение в показаниях, которое получается исключительно благодаря отклонению на ± 5° от положения, указанного на приборе. Если прибор не имеет обозначений для положения, то ошибка от изменения положения прибора есть разница показаний прибора между показаниями его при вертикальном и горизонтальном положениях.<br>§ 38. Ошибки от неправильного положения прибора, не имеющего уровня или отвеса, не должны превосходить:<br>в приборах класса Л, К — 0,2% от длины шкалы,<br>в приборах класса<br>$T_1$ — 1% от длны шк.<br>$T_2$ — 2% „ „ „ | § 19. Величина влияния положения прибора есть изменение в показаниях, которое получается исключительно благодаря отклонению на ± 5° от положения указанного на приборе. Если прибор не имеет обозначений для положения, то погрешность от изменения положения прибора есть изменение показания прибора при изменении положения плоскости его шкалы от горизонтального и вертикального до положения, в котором шкала находится при пользовании.<br>§ 36. Погрешность от неправильного положения прибора, не имеющего уровня или отвеса, не должна превосходить.<br>В приборах класса Е, F — 0,2% от длины шкалы.<br>В приборах класса G—1% от длины шкалы.<br>В приборах класса Н—2% от длины шкалы. | | | Уравновешение подвижной системы.<br>В приборах для распределительных досок с пружинками указатель не должен смещаться больше 2% от длины шкалы, когда ось системы наклонена на 30° по отношению к нормальному ее положению или когда прибор повернут вокруг этой оси на угол около 30° по отношению к его нормальному положению.<br>Для приборов эталонных и контрольных смещение не должно превосходить 1% длины шкалы при тех же условиях. | § 33—25. Величина влияния положения для всех приборов, кроме тех, у которых противодействующей силой является сила тяжести, определяется как наибольшее смещение указателя, происходящее исключительно благодаря наклону на 30° в каком угодно направлении, при самых неблагоприятных условиях в смысле положения.<br>Она выражается в %% от длины шкалы. |

| Л. О. ПЭС | ГЭЭИ | Германские | Английские 1919 г. | Английские 1926 г. | Французские | Американские. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| стемой, у которого нормальное положение не указано на шкале, должен удовлетворять следующим условиям:<br>1) Стрелка прибора должна оставаться на нуле как при горизонтальном, так и при вертикальном положении оси системы.<br>2) Стрелка прибора не должна отклоняться больше, чем на указанный в таблице IX настоящего параграфа процент от длины шкалы, при повороте прибора вокруг оси подвижной системы в ту же сторону и на тот же угол, на какой повертывается стрелка при номинальном токе, проходящем через прибор. При этом ось подвижной системы должна оставаться горизонтальной. | | | | | | |

**Цена 50 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.298. Тираж 1.700 экз. 2½ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Инженера*
*Н. Н. Пономарева.*

## ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.

Доклад имеет целью сопоставить проекты Т. У. на электроизмерительные приборы, составленные Л. О. ЦЭС и ГЭЭИ с аналогичными иностранными Техническими Условиями.

Материалами для доклада служили:

1) Технические Условия для электроизмерительных приборов. Приняты в Соединенных Заседаниях II и III секций Л. О. ЦЭС в сентябре и октябре 1926 года.

2) Проект Правил и Норм для электроизмерительных приборов и аппаратов, разработанный измерительным отделом Государственного Экспериментального Электротехнического Института. В дальнейшем называется «Проект ГЭЭИ».

3) Regeln für Messgeräte, E. T. Z. 1922, № 9 стр. 290 и № 22 стр. 858. В дальнейшем называются «Германские Т. У.».

4) British Standard Specifications for Indicating Ammeters, Voltmeters, Wattmeters, Frequency- and Power Factor Meters, № 89—1919—British Engineering Standards Association.

В дальнейшем называется «Английские Т. У. 1919 года».

5) То же заглавие, что и в п. 4, изданные в 1926 году. В дальнейшем называется «Английские Т. У. 1926 года».

6) Normalisation des appareils de mesure, des transformateurs de mesure et des shunts. Union des Syndicats de l'Electricité, Publication № 87. Adoptée le 4 février 1925.

В дальнеишем названы «Французскими Т. У.».

7) Revised Report on Standards for Electrical Measuring Instruments, № 33, July 1926.—Standards Committee of American Institute of Electrical Engineers.

В дальнейшем называются «Американскими Т. У.».

Для облегчения сравнения к докладу приложены переводы аналогичных параграфов иностранных Технических Условий. При этом в целях более удобного сравнения текст как проекта Л. О. ЦЭС и ГЭЭИ, так и иных Т. У. не всегда приведен дословно,

а иногда допущены некоторые, не изменяющие смысла, перестановки отдельных фраз или повторения. Перевод тех параграфов иностранных Т. У., которые не имеют аналогичных себе в проектах Л. О. ЦЭС и ГЭЭИ, здесь не приведены.

В момент составления проекта Т. У., Л. О. ЦЭС (1924 г.) были известны тексты германских и английских Т. У. и проект французских Т. У. При рассмотрении и сопоставлении их сразу же становилось ясным, что для русских приборов более подходят английские Т. У., чем германские или французские, однако и они целиком не были пригодны, и потому пришлось выработать свой текст, придерживаясь общего направления английских Т. У. 1919 года. Большое количество вопросов пришлось проработать на основании экспериментальных данных, полученных автором в лаборатории завода им. т. Казицкого в Ленинграде. После получения утвержденного текста французских Т. У. проект Л. О. ЦЭС был еще раз пересмотрен и в окончательном виде опубликован в журнале «Электричество» (1925 г. № 12) с просьбой ко всем заинтересованным лицам и учреждениям направить в Бюро ЦЭС свои возражения по проекту.

Вместе с возражениями поступил также и новый проект, составленный ГЭЭИ. Все поступившие возражения, равно как и проект ГЭЭИ, были рассмотрены в соединенных заседаниях II и III секций ЦЭС и на основании их в текст проекта Л. О. ЦЭС были внесены некоторые изменения и дополнения. Этот последний текст и положен в основу настоящего доклада.

## Общее направление проекта Л. О. ЦЭС.

Общее направление проекта — найти те условия, которые были бы приемлемы для потребителей электроизмерительных приборов и в то же время были бы выполнимы для заводов. При обсуждении проекта принимали участие представители всех электротехнических высших учебных заведений Ленинграда, Главной Палаты мер и весов, представители наиболее крупного потребителя, ГЭТ, и представители трех заводов СССР, в настоящее время являющихся почти единственными заводами, выделывающими электроизмерительные приборы в массовом количестве. Проект обсуждался очень подробно и в настоящем своем виде является согласованным с заводами.

Несомненно, что для потребителя желательно было бы иметь по возможности более строгие Т. У., однако, учитывая современное состояние русской электротехнической промышленности, а также отсутствие длительного опыта на русских заводах, производящих электроизмерительные приборы, требования, предъявляемые к приборам приходится понижать, заходя иногда за наиболее легкие требования иностранных Т. У.

Таких случаев, когда требования всех существующих Т. У. оказываются тяжелее требований проекта Л. О. ЦЭС, имеется четыре (см. таблицу сравнения требований, помещенную ниже; два из этих случаев относятся ко времени успокоения стрелки приборов II и III классов при длине стрелки в 50 mm—оба эти требования мало существенны; другие два относятся к погрешности приборов II и III классов и ваттметров на один предел измерения.

Во всех остальных случаях требования проекта Л. О. ЦЭС имеют хотя бы в одном из иностранных Т. У. одинаковое по трудности требование или же сами являются более трудными, чем иностранные Т. У.

## Терминология.

При составлении проекта Т. У., Л. О. ЦЭС были оставлены в стороне стремления дать исчерпывающую терминологию по всем возможным вопросам, а также отдельным приборам или деталям приборов. Количество терминов намеренно ограничено необходимым минимумом. В главе «основные определения» введены только те термины, которые являются основными и которые следует ввести в широкое употребление.

Другая часть терминов употреблена в тексте Т. У. без особых определений. Это те термины, которые желательно ввести, но которые могут быть заменены и иными терминами, если они окажутся более удачными.

Л. О. ЦЭС полагал, что избранный им путь быстрее всего приведет к соглашению между всеми лицами, которые будут пользоваться предлагаемой терминологией, так как большому кругу лиц легче согласиться относительно меньшего числа терминов с тем, чтобы затем принять эти термины к обязательному употреблению.

## Разделение на классы.

Проект Л. О. ЦЭС делит все приборы на три класса, сообразно степени их точности. Такое деление более всего отвечает современному положению русской промышленности, производящей электроизмерительные приборы. Оно принято также и в Англии. Во Франции приборы делятся по существу на три класса: наиболее точные называемые «промышленные эталонные приборы», средней точности, разделенные на два подкласса: контрольные и щитовые приборы и грубые приборы, называемые «обыкновенными». Но в Т. У. даны требования только для первых двух классов, а «обыкновенные приборы» совершенно не нормированы.

В Германии существует также три класса, но наиболее точные приборы разделены на два подкласса.

В Америке разделение на классы пока не установлено, потому что полных Т. У. еще не существует; имеются лишь некоторые общие положения и два-три требования (см. приложение).

Проект ГЭЭИ также предусматривает три класса, с разделением первого из них на два подкласса.

Принимая во внимание, что разделение приборов I класса на подклассы проведено только в Германии, а во всех остальных странах имеется только один класс наиболее точных приборов, следует признать, что и у нас можно ограничиться только одним классом точных приборов.

Предлагаемый проектом Л. О. ЦЭС I класс приборов по своим качествам более всего подходит ко второму подклассу германских и к I классу английских и французских приборов. Установление подкласса особо точных приборов, которые не производятся нигде, кроме Германии, в настоящее время представляется излишним.

## Сравнение проекта Л. О. ЦЭС с остальными Т. У. для приборов.

Так как американские Т. У. не содержат самых существенных требований, касающихся величины допустимых погрешностей и степени влияния разных факторов на показания приборов (см. перевод американских Т. У., данный в приложении), то сравнение

проекта Л. О. ЦЭС проведено только с пятью остальными Т. У. При этом сравнение было произведено между следующими классами приборов:

| Технические условия: | Л. О. ЦЭС | ГЭЭИ | Германск. | Английск. | Французск. |
|---|---|---|---|---|---|
| | I класс | Л и К | E и F | Substandards | Etalons industriels |
| | II „ | $T_1$ | G | I Grade | Appareils de contrôle |
| | III „ | $T_2$ | H | II Grade | Appareils de tableau |

Как уже указано выше, французские щитовые приборы правильнее было бы считать принадлежащими ко II классу и не сравнивать их с приборами III класса, для которых во французских Т. У. нет никаких требований, хотя они и упоминаются под названием «appareils ordinaires». Однако это сравнение, которое идет не в пользу проекту Л. О. ЦЭС, произведено здесь в целях упрощения.

В отношении главнейших требований, предъявляемых к приборам I класса, проект Л. О. ЦЭС либо одинаков, либо более строг, чем остальные сравниваемые проекты; что касается приборов II и III классов, то для них проект Л. О. ЦЭС оказывается несколько более легким.

Для того, чтобы можно было получить представление о том, в каких частях существующие Т. У. легче, тяжелее или одинаковы с проектом Л. О. ЦЭС, ниже приведена таблица, в которой каждый параграф проекта Л. О. ЦЭС сравнен с аналогичным параграфом остальных Т. У. При этом если какое либо требование данных Т. У. легче соответственного требования проекта Л. О. ЦЭС, в таблице поставлена буква Л. Значение остальных букв указано в таблице.

Сравнение требований проекта Л. О. ЦЭС с аналогичными требованиями проекта ГЭЭИ и иностранными техническими условиями.

| Требования проекта Л. О. ЦЭС. | По сравнению с проектом Л. О. ЦЭС, требования Технических Условий | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ГЭЭИ | Германских | Английских | | Французских |
| | | | 1919 г. | 1926 г. | |
| | являются [1]): | | | | |
| § 12. Кожух . . . . . | о | о | о | о | — |
| § 13. Обозначения зажимов | о | о | обратн. [2]) | обратн. [2]) | обратн. [2]) |
| § 14. Цена деления . . . | о | о | о | о | о |
| § 15. Расстояния от стрелки до шкалы: | | | | | |
| а) для шкалы в 90° . | о | о | т | т | — |
| б) » » » 270° . | л | о | л | л | — |
| § 16. Изоляция приспособления для установки на нуль . . . . . | о | о | л | о | — |
| § 17. Время успокоения стрелки. | | | | | |
| Для приборов: При длине стрелки: | | | | Для круг. магнито-электр. приборов. / Для остальных приборов. | |
| I класса 150 mm | л | л | т | т / л | т |
| I класса 250 « | л | л | л | т / л | т |
| II класса 50 « | т | т | т | т | т |
| II класса 100 « | о | о | т | т | т |
| III класса 50 « | т | т | т | т | т |
| III класса 100 « | л | о | т | т | т |

[1]) Значение букв: о—одинаковыми, т—более тяжелыми, л—более легкими.
[2]) Расположение положительного и отрицательного зажимов обратно принятому расположению в проекте Л. О. ЦЭС.

| Требования проекта Л. О. ЦЭС. | По сравнению с проектом Л. О. ЦЭС, требования Технических Условий | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ГЭЭИ | Германских | Английских | | | Французских |
| | | | 1919 г. | 1926 г. | | |
| | являются: | | | | | |
| | | | | Диаметр прибора менее 3½ дюйм. | Диаметр прибора более 3½ дюйм. | |
| § 18. Испытательное напряжение изоляции. Для приборов на напряжение: | | | | | | |
| 0— 25 V . . . | о | о | л | о | т | о |
| 26— 40 » . . . | о | о | т | о | т | т |
| 41— 50 » . . . | т | т | т | о | т | т |
| 51— 100 » . . . | о | о | л | л | т | т |
| 101— 250 » . . . | т | т | о | л | т | т |
| 251— 500 » . . . | т | т | о | т | т | т |
| 501— 650 » . . . | о | о | л | о | о | т |
| 651— 660 » . . . | о | о | л | о | о | т |
| 661— 750 » . . . | т | т | о | т | т | т |
| 751— 900 » . . . | т | т | л | т | т | т |
| 901—1000 » . . . | т | т | о | т | т | т |
| 1001—и выше » . . . | о | — | о | о | о | о |
| § 19. Перегрузка . . . . | о | т | — | — | — | л |
| § 22. Нагрев шунтов . . | — | — | л | — | — | о |
| § 24. Условия испытания: | | | | | | |
| а) ваттметров . . . . . | т | т | о | о | | о |
| б) остальных приборов . | о | о | о | о | | о |
| § 25. Допустимые погрешности. | Класса Л К | Класса Е F | | | | |
| 1 класс. Вольтметры: | | | | | | |
| магнитоэлектрич. . . | о л | о л | о | о | | л |
| электродинам. . . . | т л | т л | т | о | | о |
| остальн. с стем . . | т л | т л | т | л | | о |

| Требования проекта Л. О. ЦЭС. | По сравнению с проектом Л. О. ЦЭС, требования Технических Условий | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ГЭЭИ | Германских | Английских | | Французских |
| | | | 1919 г. | 1926 г. | |
| | являются: | | | | |
| **I класс.** | Класса Л К | Класса Е F | | | |
| Амперметры: | | | | | |
| магнитоэлектрич. . . | т о | т о | о | о или л | л |
| электродинам. . . . | т л | т л | о | о | т |
| остальных систем . | т л | т л | о | о | т |
| Ваттметры: | | | | | |
| на 1 предел измер. . | т о | т о | о | о | т |
| » несколько пределов измер. . . . . | т о | т о | о | л | т |
| **II и III классы.** | | | | | |
| Амперметры и вольтм.: | | | | | |
| магнитоэлектр. . . . | л | л | т | т | т |
| остальн. систем . . | т | т | т | т | т |
| Вольтметры магнитоэлектр. на несколько предел. измер., на конце шкалы (85—100% ) | т | т | т | л | т |
| Ваттметры: | | | | | |
| на 1 предел измер. . | т | т | т | т | т |
| » несколько предел. измерений, на конце шкалы (75—100%) . | т | т | т | л | т |
| § 26. Влияние частоты. | | | | При частоте 25—50 период. в сек. / При частоте 51—100 период. в сек. | |
| Ваттметры I класса . . | л | л | о | л / л | л |
| Остальн. приборы I кл. . | л | л | о | л / л | л |
| Приборы II класса . . | т | т | т | т / т | л |
| » III » . . | т | т | о | т / о | т |
| § 27. Влияние температуры. | | | | | |
| Амперметры I класса . | о | о | л | л | л |
| Вольтметры I » . | т | т | л | о | л |

| Требования проекта Л. О. ЦЭС. | По сравнению с проектом Л. О. ЦЭС, требования Технических Условий | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ГЭЭИ | Германских | Английских 1919 г. | Английских 1926 г. | Французских |
| | Является: | | | | |
| Ваттметры I класса . | о | о | л | л | л |
| Амперметры II » . | о | о | о | о | о Для всех, кроме инд. л / Для индукционных. л |
| Вольтметры II » . | о | о | о | т | о Для всех, кроме инд. л / Для индукционных. л |
| Ваттметры II » . | о | о | л | т | о Для всех, кроме инд. л / Для индукционных. л |
| Амперметры III » . | о | о | л | л | т |
| Вольтметры III » . | о | о | л | т | т |
| § 28. Влияние коэффициента мощности. | | | | | |
| Для приборов I класса . | т | т | о | о | — |
| » » II » . | т | т | л | л | — |
| § 29. Влияние изменения напряжения. | Класс Л К | Класс Е F | | | |
| Для приборов I класса . | т о | т о | — | — | — |
| » » II » . | о | о | — | — | л |
| § 30. Влияние магнитного поля. | | | | | |
| На магнитоэлектрические приборы I и II классов . . . . . | о | о | т | т | л |
| На остальные приборы I и II классов . . . | о | о | л | о — л | л |
| На приборы III класса . | л | л | л | л | л |
| § 31. Влияние положения: | | | | | |
| на приборы I класса . | о | о | — | — | л |
| « » II и III кл. . | о | о | — | — | о |

Для того, чтобы сравнение было полным, необходимо указать, какие вопросы, нашедшие себе отклик в остальных Т.У., совершенно не затронуты в проекте Л.О.ЦЭС.

Таких вопросов два:

1) Наивысшая допустимая температура разных частей приборов, нормированная во французских Т.У. и в проекте ГЭЭИ:

2) Различные конструктивные указания, встречающиеся в германских и английских Т.У. и в проекте ГЭЭИ.

По первому вопросу можно сказать, что при определении наивысших допустимых температур внутри прибора следует учитывать то обстоятельство, что измерительный прибор не является такой же ответственной частью установки, как электрическая машина. Поэтому прилагать к приборам те же нормы, которые предъявляются к машинам, не следует. Если обмотка прибора работает при несколько большей температуре, чем обмотка машины, то от этого не произойдет никаких тяжелых последствий не только для установки, но и для самого прибора.

В Германских Т.У. нет требования о предельных температурах приборов и по этому вопросу Г. Кейнат (автор германских Т.У). говорит, что на основании своего опыта он считает подобные требования для измерительных приборов излишними [1]). Его дальнейшие слова по этому вопросу таковы:

«Допустимых границ при нормальной работе достигают лишь немногие приборы. Со сроком службы прибора перегрев обмотки практически (если не обращать внимания на неправильно расчитанные приборы) не имеет ничего общего. Например, не имеет никакого смысла требовать, чтобы пластины шунта не нагревались свыше 60° и 80°С, когда это никому не мешает. На точность измерения не повлияет, если пластины будут нагреты до 150°С.

Подобные требования ведут к бесполезному увеличению затраченного материала и отсюда даже к уменьшению точности измерений. Необходимо предоставить самому заводу решить, насколько сильно может он при данной им гарантии, загружать свой материал для сопротивлений».

К сказанному можно добавить еще и то, что введение требования о предельных температурах разных частей прибора повлечет

---

[1]) Helios 1925, №№ 44—45.

за собой большие затруднения для заводов при сдаче приборов приемщикам, потому что последний будет вправе требовать, чтобы приборы (или только часть их) были вскрыты для измерения температуры внутренних частей. При большом числе приемок вскрытие приборов представляет серьезные затруднения для заводов, вследствие чего вводить его, как правило, нельзя.

Следует отметить, что во французских Т.У. (а следовательно и в проекте ГЭЭИ, в котором глава о температурах является дословным переводом с французского) требование относительно предельных температур сформулированы настолько неотчетливо, что руководствуясь ими, приемщик не может определить температуры внутренних частей прибора, за исключением обмоток, состоящих из одной меди. Это следует из того, что на основании французских Т.У. завод вправе не допустить вскрытия прибора при приемке. Действительно, французские Т.У. устанавливают понятия о наблюдаемых температурах, которыми являются значения температур, полученные при помощи термометра или термопары или посредством измерения сопротивления обмоток у вполне законченных и установленных приборов и понятие о наибольших температурах, которые могут быть измерены только в исключительных случаях особыми способами во время сборки приборов.

Указано также, что предельные температуры, установленные французскими Т.У., относятся к наблюдаемым температурам. Формулировка наблюдаемой температуры такова:

«Наблюдаемая температура есть наивысшая температура, отмеченная термопарой или термометром, помещенном в наиболее нагретом доступном месте детали прибора или, в случае обмотки, температура, вычисленная по приращению сопротивления».

Таким образом, из приведенных выше формулировок следует, что при определении наблюдаемых температур прибора вскрывать не требуется. В приведенной далее таблице нормированы только наблюдаемые температуры, но не наибольшие, хотя несомненно, что интерес представляют только наибольшие температуры. Таким образом во Франции, единственной стране, где сделана попытка нормировать нагревание частей прибора, желательная мера не проведена до конца—очевидно вследствие больших трудностей.

Автор находит, что Л.О. ЦЭС совершенно правильно отказался от нормирования наблюдаемых температур частей приборов потому, что если в настоящий момент нельзя точно установить наивысших температур, то не стоит указывать мало характерных, «наблюдаемых» температур.

К числу конструктивных требований, которые не введены в проект Л.О. ЦЭС, относятся:

а) величина пути утечки по поверхности изоляции приборов.

б) величина разрядных расстояний между цепями приборов; и корпусом;

в) точные указания относительно внешнего вида шкалы:

г) указание на необходимость добавочного сопротивления или добавочного конденсатора для электростатических вольтметров, предохраняющих прибор от короткого замыкания:

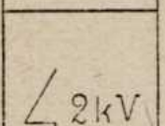
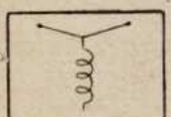
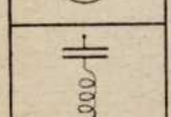
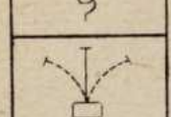
д) падение напряжения на некалиброванных шунтах.

Первые два из этих требований принадлежат к числу таких, выполнение которых очень трудно проверить. Наиболее простой способ—это исследование чертежа прибора, однако он может дать результат только тогда, когда все детали прибора и сборка точно соответствуют чертежу. Иначе, говоря, поверка прибора в отношении первых двух требований для приемщика невозможна. Последние три требования являются излишней загрузкой Технических Условий, и не давая ничего по существу, они иногда могут стеснить производство.

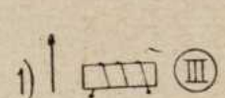
Детальное сравнение различных требований проектов Л.О. ЦЭС и ГЭЭИ с аналогичными требованиями иных проектов заняло бы слишком много места. Поэтому автор ограничивается приложением текста всех требований проектов Л.О. ЦЭС и ГЭЭИ и параллельных требований всех остальных Технических Условий.

## Таблица

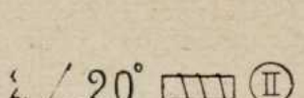
## Условные обозначения для электроизмерительных приборов.

| Знак | Пояснение | Знак | Пояснение |
|---|---|---|---|
|  | Система: магнитоэлектрическая: с противодействующей силой [1]. | Ⓘ | первый класс. |
| | | Ⓘⓘ | второй класс. |
|  | без противодействующей силы [2]. | Ⓘⓘⓘ | третий класс. |
|  | электромагнитная: | — | постоянный ток. |
|  | электродинамическая: без железа, с противодейств. силой, без противодействующей силы. | ~ | переменный ток. |
|  | электродинамическая с магнитным экраном, с противодействующей силой. | ≂ | постоянный и переменный ток. |
|  | без противодействующей силы. | 2~ | двухфазный ток. |
|  | электродинамическая с магнитной цепью из железа, с противодействующей силой. | 3~ | трехфазный ток |
| | | ~ 50 | частота 50 периодов в секунду |
|  | без противодействующей силы. | 3~ 50 | трехфазный ток, 50 периодов в секунду |
|  | индукционная. |  | изоляция прибора испытана напряжением в 2 000 V. |
|  | тепловая. | | |
|  | термоэлектрическая. | ↑ | вертикальная установка прибора. |
|  | электростатическая. | ∠ 60° | наклонная установка прибора под углом 60°. |
|  | вибрационная. | → | горизонтальная установка прибора. |

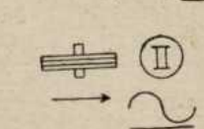
Примеры:



Прибор электромагнитный, III класса, для переменного тока для вертикальной установки.



Прибор электромагнитный, II класса, для постоянного тока для наклонной установки (под углом 20°).



Прибор электродинамический без железа, II класса, для постоянного и переменного тока, для горизонтальной установки.

---

[1]) Т. е. с системой, подвижная часть которой при отсутствии тока имеет определенное положение равновесия.

[2]) Т. е. с системой, подвижная часть которой при отсутствии тока не имеет опреде

# ТЕЗИСЫ ДОКЛАДА

## Проект Русских Технических Условий для экспериментальных приборов».

1. История возникновения проекта Т.У. Л.О.Ц.Э.С.
2. Общее направление — создать Т.У., которые были бы вполне выполнимы в настоящее время для русской промышленности.
3. Терминология—стремление ограничиться минимумом терминов.
4. Разделение на классы. Необходимость минимум терминов.
5. Сравнение проекта Л.О.Ц.Э.С. с остальными, существующими в настоящее время, техническими условиями для электроизмерительных приборов.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад*
*И. Я. Перельмана.*

## К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛОДОВЫХ РАЙОНОВ НА БАЗЕ ИХ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ.

### Промышленность консервированных сушеных фрукт и овощей в С. Ш. А. и экспорт ее продукции.

Развитие промышленности скоропортящихся с. х. продуктов (фрукт, винограда, овощей, ягод, молока, рыб, мяса) их транспорта и экспорта основаны на успехах техники переработки этих продуктов. Успехи эти обязаны введению в производство стерилизации с помощью консервирования в жестянках, а также сушке.

С. Ш. А., располагающие значительными рессурсами указанных скоропортящихся с.-х. продуктов, за последнее время особенно сильно развили свою консервную промышленность и экспорт ее продукции.

В 1914 году в С. Ш. А. было 4 220 консервных заводов с производительностью в 243$^1/_2$ милл. долларов, а в 1923 году 2 799 заводов имели производительность 566 милл. долларов, причем регистрации подлежали лишь заводы, каждый производительностью выше 5 000 долларов. В настоящее время в С. Ш. А. имеется ок. 6 000 консервных заводов общей производительностью ок. 2 миллиардов рубл.

Средняя производительность одного завода поднялась с 57 500 долларов (в 1914 г.) до 205 000 долларов (в 1923 г.), т. е. более чем в 3$^1/_2$ раза за 9 лет.

Приблизительно в такой же пропорции возрос и экспорт этих продуктов. В период между 1910 и 1914 г. экспорт всех видов пищевых консервов и сушеных фрукт составлял 30$^1/_2$ милл. долларов, в 1923 году—81 милл. долларов, в 1924 году этот экспорт составлял уже 102 милл. долларов.

Эта сумма экспорта составилась из следующих отдельных статей:

**Экспорт пищевых консервов и сушеных фруктов из С. Ш. А. 1924 году.**

| | Производительность в милл. долларов (округлены) |
|---|---|
| Мясные консервы . . . . . | 4,5 |
| Конденсированное, сгущеное молоко и молоко в порошке. . . . . | 2,3 |
| Рыбные консервы . . . . . | 14.2 |
| Овощные » » . . . . . | 5,5 |
| Фруктовые » » . . . . . | 22,6 |
| Маринады и соуса . . . . . | 1,5 |
| Консервы из фрукт не в жестянках, желе, варенье. . . . . | 0,5 |
| Сушеные в сушках и на солнце фрукты | 30,2 |
| Итого: . . . | 102 милл. долларов. |

Главнейшую роль в этом экспорте играют сушеные и консервированые фрукты и овощи. В 1924 году на долю консервов из фрукт и овощей и сушеных фрукт пришлось ок. 65,5 милл. долларов, т. е. 64% от общего экспорта консервов, достигшего, как указано выше, 102 милл. долларов.

Весь экспорт фрукт, (овощей и орехов в свежем, консервированном и сушеном виде составлял в 1925 году ок. 120 мил. дол., а консервы и сушеные продукты 68,6 милл. долл. т. е. консервы из фрукт и овощей и сушеные продукты из них составляли в общем экспорте фрукт и овощей в 1925 году 57%.

За период с 1922 по 1925 год этот процент повышался до 66%

Консервы из овощей, производящиеся в С. Ш. А., делятся на следующие главные группы: бобы, кукуруза, горох, томаты, спаржа, супы и все прочие.

Консервы из фрукт—на следующие главные группы: персики, яблоки, груши, абрикосы, вишни, сливы, ананасы и все прочие фруктовые консервы.

Производство сушеных фрукт обнимает следующие важнейшие группы: изюм, сливы, персики, яблоки, абрикосы, все прочие сушеные фрукты.

Производство сушеных овощей распределяется по следующим главным группам: бобы, лук, горох, картофель, прочие сушеные овощи.

Овощные, фруктовые консервы и сушеные фрукты составляют главнейшую часть консервной промышленности С. Ш. А.; в 1923 году продукция этой промышленности достигла 370,4 милл. долл.

При продукции всей консервной промышленности в 566 милл. долларов она составлялла 65% ее мощности.

Продукция овощных, фруктовых консервов и сухих фруктов в том же году распределялась между отдельными группами следующим образом:

| | Производительность в 1923 году. | % от общей производительности. |
|---|---|---|
| Овощные консервы и супы . . . . . | ок. 215 милл. долл. | 58 |
| Фруктовые » . . . . . | » 80,4 » » | 21,5 |
| Сушеные фрукты . . . . . | » 75,0 » » | 20,5 |
| Итого: . . . . . | 370,4 милл. долл. | |

Фруктовые и овощные консервные заводы С. Ш. А. на протяжении последних 10 лет укрупняются и общая их производительность растет.

В 1914 году было 3 153 завода общей производительностью в 149 милл. долл., а в 1923 году учтены были лишь заводы производительностью выше 5 000 долларов в год. Число их составляло 1893 с производительностью в 370,4 милл. долл. Средняя производительность одного завода возросла с 47 500 долларов до 200 000 долларов, т. е. укрупнение произошло в 4,2 раза за 9-ти летний период.

Консервные заводы по переработке фрукт и овощей в С. Ш. А. в 1923 г. имели общую мощность установленных первичных двигателей 138 997 л. с.

Эта мощность была установлена на 1 893 заводах, средняя установленная мощность одного завода—74 л. с. В это число не были включены мелкие заводы с производительностью менее 5 000 долларов в год. На протяжении 9 лет производство все более и

более механизировалось: в 1914 году было 3 153 завода с общей установленной мощностью двигателей в 87 940 л. с. На один завод тогда приходилось 28 л. с. Таким образом механизация усилилась в 2,65 раза.

Сопоставляя некоторые из вышеприведенных данных, получаем следующие данные о консервной промышленности, переработке плодов и овощей и экспорте ее продуктов С. Ш. А.

| | 1925 г. | |
|---|---|---|
| Общая производительность консервной промышленности . . . . . | 2 миллиарда рубл. | |
| Число заводов . . . . . | 6 000 » » | |
| Общая ценность продукции садоводства и огородничества (фрукты и овощи) | 4 » » | 100% |
| Экспорт фрукт и овощей: свежих, консервов, сушеных . . . . . | 240 » » | 6% |
| Экспорт консервов из фрукт и овощей, сушеных фрукт. . . . . | 137 » » | 3,5% |

По отношению к общему экспорту фрукт и овощей консервы и сухие фрукты составляют $\frac{137}{240} \times 100 = 57\%$

| | 1923 г. | |
|---|---|---|
| Общая производительность консервной промышленности . . . . . | 1 138 милл. р. | 100% |
| Производительность промышленности по консервам из фрукт. и овощей . | 740 » » | 65% |
| Экспорт продуктов этой промышленности . . . . . | 162 » » | 14,2 |
| Общая мощность силовых установок на фрукто и овощно—консервных заводах. . . . . | 138 997 л. с. | |

## Наша консервная промышленность.

К 1914 году по данным Съездов Представителей Торговли и Промышленности в консервной промышленности б. Российской Империи было зарегистрировано ок. 70 консервных заводов (консервы из овощей, фрукт, рыб и мяса).

Производительность 44 из них составляла ок. 955 000 рубл. или средняя производительность одного завода—215 000 рублей.

Общая установленная мощность силовых установок на 39 заводах была 1 082 л. с. или в среднем на 1 завод—28 л. с.

Сравнивая число и производительность консервных заводов в довоенной России и С. Ш. А. к 1914 году получаем:

| | Число заводов. | Общая их произв. | Средняя производительность 1 завода |
|---|---|---|---|
| С. Ш. А. . . . . | 4 220 | 487 милл. рубл. | 115 000 р. |
| Россия . . . . . | 70 | ок. 10 » » | 215 000 р. |
| | | | учтена производ. 44 заводов |

В настоящее время в консерной промышленности Союза ССР занято 32 более крупных предприятий с производительностью в ок. 750 000 пудов разных консервов или около 30 милл. банок.

В сравнении с С. Ш. А. потребление консервов у нас в настоящее время ничтожно.

| | Население | Число банок | На 1 душу потребление банок |
|---|---|---|---|
| С. Ш. А. . . . . | 115 милл. | 5 000 милл. | 43,5 |
| С. С. С. Р. . . . . | 140 » | 30 » | 0,21 |

Такая же резкая разница между нами и С. Ш. А. в настоящее время в отношении числа заводов и производительности в консервной промышленности:

| | Число заводов | Производительность |
|---|---|---|
| С. Ш. А. . . . . | 6 000 | 2 000 милл. рубл. |
| С. С. С. Р. . . . . | 32 | ок. 10 милл. » |

Мы видим, таким образом, что общая производительность наших консервных заводов составляет $^1/_2$% от американских и по производительности заводов и по потреблению консервов на душу населения С. Ш. А. в 200 раз мощнее нас.

## Основные моменты механизации и электрификации процессов переработки плодов и овощей

Консервирование в банках основано на принципе стерилизации продуктов в герметически закрытых сосудах с помощью тепла. Стерилизация достигается нагревом воздуха, содержащегося в герметически закрытой банке, до температуры, при которой убиваются микроорганизмы, вызывающие порчу продукта. Для терилизации продуктов в банках поэтому необходимы след. главнейшие машины и аппараты: паровой котел или другой источник

тепла и автоклав, т.-е. котел, в котором прогреваются при определенной температуре герметически закрытые банки, содержащие пищевой продукт.

Необходимой принадлежностью всякого консервного завода является закаточная машина, герметически закрывающая банки. Банки приготовляются либо на заводе, либо доставляются извне. В первом случае требуется жестяночная мастерская для производства банок. В последнее время производство банок централизуется на сцециальных заводах.

В зависимости от процессов обработки продуктов применяются различные машины: сортировки, мойки, чистки, машины для обварки, протирочные машины, машины для разлива сиропов, соков, наполнения банок, вакуум-аппараты для уваривания фруктовых соков и приготовления фруктовой массы, охладители и проч.

Все эти машины и аппараты вместе с приспособлениями для автоматической подачи продукта от одного процесса обработки к другому, с машинами для производства ящиков, для наклейки этикеток и пр. и создают потребность в энергии, которая на американских консервных заводах выразилась в 1923 году в ок. 140 000 л. с.

Сушка фрукт и овощей на сушильных заводах требует энергии для вентиляторов, работающих на обмен воздуха в сушилках, для чистки и резки продуктов, для транспорта продуктов по сушильным и камерам, для воздушных насосов в вакуум-сушилках и проч. Преимущества сушилок с искусственным теплом перед солнечной сушкой вызвали значительное строительство сушилок даже в Калифорнии, где преобладала до последнего времени сушка на солнце и где в настоящее время сушилки постепенно вытесняют солнечную сушку.

В 1921 году в Калифорнии были в действии 62 сушилки для слив, винограда и пр., а в 1924 г. число их достигло 350. В 1922 г. число сушилок для винограда было 28, а в 1923 г. число их достигло 62. За тот же период число сушилок для слив поднялось с 120 до 188; в 1923 году ок. 20% всего урожая слив в Калифорнии было пересушено на сушилках с искусственным теплом, несмотря на то, что условия для сушки на солнце были очень благоприятны.

Причиной этому является ряд преимуществ сушилок с искусственным теплом перед солнечной сушкой, из которых следует

упомянуть следующие: в сушилках с искусственным теплом достигается большой контроль над качеством продукта, больший выход сухого продукта, лучшие санитарные условия, более высокое качество продукта, в сезоны дождей сушилки предохраняют фрукты от порчи их дождем, сушилки занимают меньше земельной площади, чем сушка на солнце. Большая стоимость оборудования сушилок компенсируются более высокой ценностью на рынке продукта, полученного из сушилок, и более высокой производительностью сушилок, вызванной механической вентиляцией, автоматическим транспортом пересушиваемого продукта и возможностью применения вакуум-сушилок.

Электрификация, как фактор, облегчающий механизацию процессов производства, приобрела особенно важное значение в плодоводстве Калифорнии. Здесь на базе электрификации широко развилось: машинное орошение с помощью электрических насосов; механизация вентиляции и автоматического транспорта продуктов в сушилках; полная механизация консервных заводов и подсобных для них производств (жестяночных мастерских для производства упаковочных ящиков и проч); получение искусственного холода и ледоделательные и холодильные установки. Пробивают себе широкую дорогу электрические нагревательные приборы для промышленных целей. В 1923 году в Калифорнии было орошено электрическими насосами 2 156 000 акров (800 000 десятин) земли. Калифорнийские фермы имели в этом году около 30 000 установленных электродвигателей. К сетям районных станций было приключено 26 915 фермерских абонентов. Потребление энергии фермами достигло в этом году $422 . 10^6$ kWh, т.-е. больше, чем было МОГЭС'ом с его станций отпущено в 1925/26 году всему Московскому промышленному району.

Так как в Калифорнии в фермерских хозяйствах значительную роль играет плодоводство, то применение электричества в Калифорнийском с/х должно быть в значительной степени отнесено к ее плодовым районам, орошению их участков и к связанным с ними производствам по переработке их продукции.

По климатическим и почвенным условиям Калифорнию в значительной степени напоминают наши Ср. Азиатские плодовые районы и прочие южные плодовые районы.

Для индустриализации этих районов должен быть использован опыт Калифорнии; для индустриализации других плодовых районов Союза должен быть использован опыт индустриализации других сходных по климатическим условиям,—плодовых районов С. Ш. А.

Базируясь на этом опыте С. Ш. А., учитывая индустриализирующую роль электрификации, сделаем попытку обрисовать некоторые из наших плодовых районов и указать те возможности (производственные и экспортные), которые открываются с элетрификацией этих районов.

### Электрификация плодового района близ ст. Кауфманская, Средне-Азиатской ж. д.

Предусматривается использование гидроэлектрической станции Каунчинского Сахарного Завода на арыке «Куркульдюк». Существующая мощность около 460—480 л. с. Станция расширяется до 700 л. с. установкой добавочного аггрегата.—Примыкающий к станции район — плодовый и хлопковый. — В районе лучшие промышленные сады. Многие из них гибнут и засыхают от недостатка поливной воды, от неприспособленности к переработке местных плодов, от недостаточной борьбы с вредителями и неудовлетворительного ухода за садами

В районе имеются сахарный, хлопкоочистительный, маслобойный и мыловаренный заводы. Предусматривается отпуск энергии для насосов оросительных установок с целью полива площади в ок. 1 000 десятин (1 100 ha), для питания энергией указанных заводов, для фруктовых заводов и сушилок и ледоделательных заводов и освещения в виду недостатка и дороговизны топлива в районе предусмотрено частью также электрическое нагревание сушильных помещений.

Среднее число часов использования одного установленного у абонентов киловатта ок. 2 430.

Станция вырабатывает ок. 2 300 000 kWh. Установленная у абонентов мощность ок. 770 л. с. Крупные промышленные абоненты и оросительные установки получают энергию по среднему тарифу в 4 коп. за 1 kWh. Средний тариф за отпущенную абонентам энергию составляет 7,5 к. за 1 kWh, при этом в 5 лет погашается долгосрочная ссуда в 300 000 рубл., необходимая для переустройства и расширения электрической станции и выплачивается

ок. 5% дивиденда на капитал в 450 000 рубл., составляющий общую стоимость станции и сети (300 000 рубл. требуется на переустройство и расширение). До погашения ссуды себестоимость выработанного 1 kWh обходится ок. 5 коп. и орошение 1 десятины обходится в среднем 35 рубл. в год,—а после погашения ссуды себестоимость энергии понижается до 2 коп. за 1kWh и соответственно может быть понижен тариф на оросительные установки.

**Годовая диаграмма нагрузок гидроэлектрической станции Кауфманского района Ташкенского уезда.**

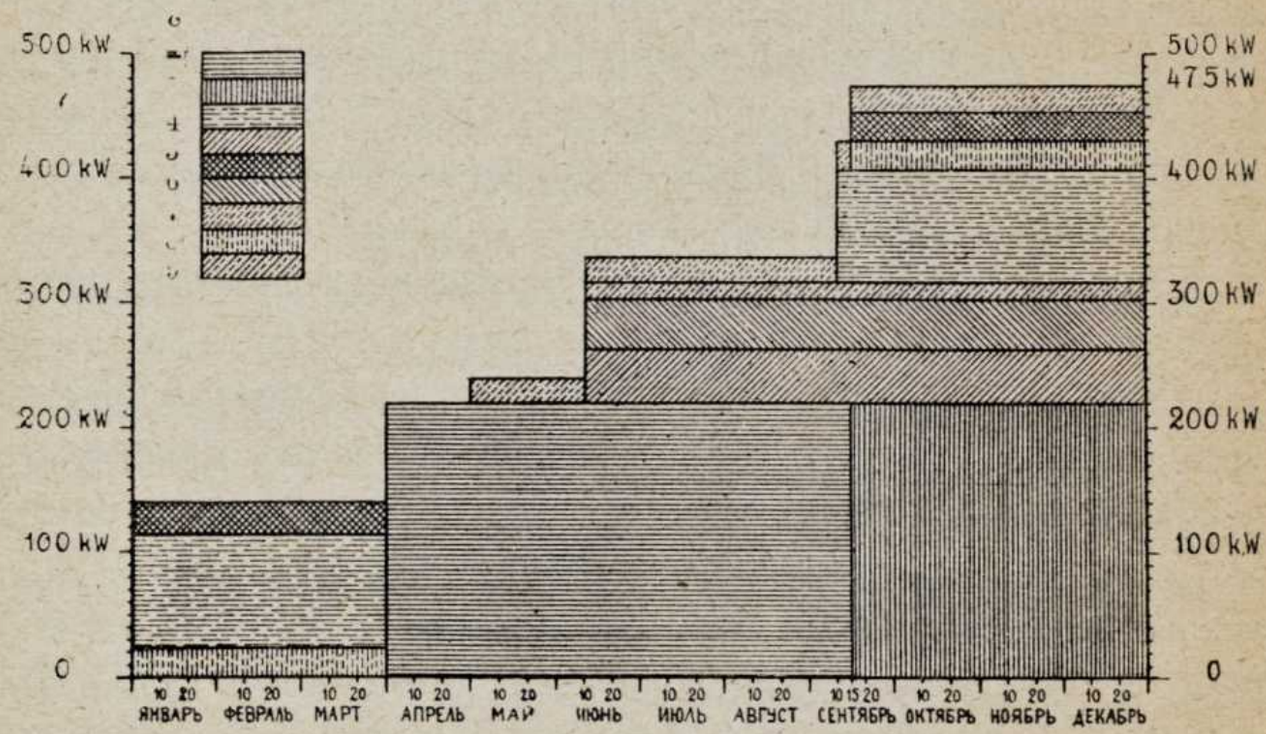



Рис. 1.

1. Оросительные установки. 2. Каунчинский сахарный завод. 3. Хлопкоочист. завод № 55. 4. Фрукт. заводы (эл. двиг.). 5. Маслобойный и мыловар. завод. 6. Сушилки (отопление). 7. Ледоделательные заводы. 8. Освещение аулов и кишлаков. 9. Сушилки (вентиляция).

Станция является, несмотря на свою сравнительно небольшую мощность, вполне рентабельной. — Как показывает диаграмма годовой нагрузки станции периоды потребления энергии насосными оросительными установками, заводами по переработке с.-х. продуктов (сахарным, хлопкоочистительным, маслобойным, мыловаренным), фруктовыми заводами и льдоделательными заводами дополняют друг друга. Оросительные установки забирают энергию с апреля по сентябрь, заводы сахарный, хлопкоочистительный и пр. с сентября по январь, фруктовые заводы с сентября и в некоторых случаях с июля по январь.

В районе сооружаются фрукто-заводы по переработке яблоков, груш, персиков, абрикосов, дынь, томатов, общей производительностью ок. 170 000 пуд. (2 800 t) свежих плодов. Готовыми продуктами переработки могут быть: абрикосовое, яблочное пюре, яблочный пастеризованный сок, томат-пюре, консервы из груш и персиков, сушеные яблоки, груши и персики, засахаренные фрукты и овощи (дыни, арбузы), варенье, компоты и пр.

В районе ок. 1 500 дес. (1 630 ha) под садовыми и овощными культурами. Считаем, что из 1 000 орошенных электрическим насосом десятин 500 десятин будут под плодовыми культурами и 500 дес. под хлопком. В настоящее время средний сбор с десятины сада ок. 180 пуд. При орошении и подъеме культуры урожай может повыситься примерно до 300 пудов. Тогда увеличение урожая плодов составит $500 \times 120 = 60\,000$ пуд.

Считая в среднем 2 рубля пуд, получаем увеличение ценности продукции на 120 000 рублей.

Переработка на фруктовых заводах повысит ценность продукции в среднем до 5 рублей пуд при средней стоимости сырья, идущего в переработку—в 1 рубль пуд.

Считая, что от переработки останется прибыли ок. 1 р. на пуд, получаем добавочный доход от переработки 170 тыс. пуд.—170 000 рубл. Итого общий добавочный доход 290 000 рубл. Таким образом в 1-й год окупаются добавочные к существующей станции затраты по электрификации района, выразившиеся в ок. 300 000 рублей.

## Исфарино-Канибадамский район (Ср. Азия)

Район является базой преимущественно абрикосовых садов. Здесь находится до 3 500 десятин под садами. Это лучший и самый мощный абрикосовый район в Союзе, дающий до 600 000 пуд. экспортного сухого продукта (кураги) стоимостью до 5 милл. рубл. Обработка кураги, пратикуемая в садовых хозяйствах дехан-садоводов, в районе страдает многими дефектами (нерациональная съемка с дерева, при которой продукт побивается о землю, выдавливание косточки руками вместо резки специальными ножами-сушка на земле или крышах домов вместо подносов, окуривание серой производится лишь в более передовых хозяйствах). В таком виде продукт доставляется на заготовительные и упаковочные

пункты, где он подвергается сортировке по качеству и упаковке в ящики. Обработка доставленной декханами кураги на этих паковочных заводах производится преимущественно вручную. На одну сортировку по качеству, вызываемую порчей и загрязненностью продукта, расходуется от 32 до 61% рабочей силы. Подобно Калифорнии, производство здесь может быть рационализировано организацией в районе ряда механизированных пунктов по сушке, сортировке, мойке, паковке кураги. На этих пунктах должны быть установлены машины для сортировки кураги по размеру, машины для механической мойке, окуривательные камеры, паковочные машины, прессы, машины по производству деревянных ящиков, картонок для мелкой упаковки и проч. При этих пунктах должны быть организованы также производства консервов из абрикосов, абрикосового пюре, компотов и прочих ценных продуктов с целью использования всех видов и сортов абрикосов и их косточек.

Абрикосовое пюре наравне с сушеным абрикосом, курагой, являются ценнейшими продуктам экспорта за границу.

Переработка абрикосов на пюре и консервы не практикуется в этом лучшем из абрикосовых районов. А между тем в Калифорнии переработка абрикосов на консервы стоит на втором месте после персиков.

Абрикосы—чрезвычайно нежный, быстро портящийся продукт и обработка их на сушку и консервы может производиться непосредственно вблизи садов у самых источников сырья.

Заводы по сушке абрикосов, сортировке и упаковке кураги, производству абрикосового пюре, абрикосовых компотов, переработке абрикосовых косточек намечаются к сооружению в ряде пунктов района. Отсутствие электрификации тормазит развитие их в районе. Лишь электрификация разрешит радикально задачу механизации всех процессов переработки фрукт и овощей (особенно ценны в этом отношении здесь также дыни, томаты) на местах сосредоточения сырья. Она же разрешит и другой важнейший вопрос, затрагивающий жизненные интересы района, это вопрос об орошении. Здесь всегда чувствовался острый недостаток в поливной воде. Вода поступает самотеком из р. Исфары и в перувю очередь орошает Исфаринский район, а Канибадам имеет право лишь 12 дней в году пользоваться безгранично водой, а в остальное время он получает остатки.

Самотечное орошение не разрешает здесь острой нужды в поливной воде, и в довоенное время население прибегало к машинному орошению: в соседней Махрамской волости работало 17 водокачек с нефтяными двигателями, качавшими воду из р. Сыр-Дарьи. В районе в изобилии подпочвенная вода: путем электронасосных установок она могла бы быть поднята на поверхность из артезианских скважин, как это имеет место на ст. Мельниково (6 верст от Канибадама) или на заводе бывший «Беш-Бош» (7 верст от ст. Мельниково).

Источником энергии для электрификации района могли бы служить нефтяные промыслы С.А.Н.Т.О., расположенные в 13 km от Канибадама и имеющие дизельную электрическую станцию мощностью свыше 1 000 л. с. 3 000 V, трехф. тока. В будущем электрическая энергия поступит сюда, как побочный продукт от гидравлических станций, которые имеют быть построены в связи с проектами орошения Ферганы.

## Самаркандский виноградно-винодельческий район.

Этот район является базой виноградной сырьевой продукции. Всего в Самаркандской области под виноградниками ок. $13^1/_4$ тыс. десятин, а в Самаркандском уезде ок. $10^1/_3$ тысяч десятин.

За вычетом продукции, идущей на виноделие и на потребление в свежем виде, район дает до 550 000—650 000 пудов сушеного изюма (кишмиша).

Виноград сушится декханами-виноградарями на своих участках, на солнце, на земле или на крышах домов по преимуществу без подносов. Практикуемые способы обваривания поред сушкой для некоторых сортов в известково-щелочных растворах (соли которых не очищены), сушка на голой земле и на мазаных глинобитных крышах без подносов—очень загрязняют продукт. Кроме того, виноградари-декхане не удаляют у изюма черенков и плодоножек. Поэтому изюм, доставленный на рынок виноградарями, должен быть раньше, чем итти в продажу, очищен от сора, грязи, пыли и плодоножек.

Эта очистка изюма производится на специальных фруктоочистительных заводах. Здесь же он и пакуется в ящики для от-

правки. В Самаркандском районе всего установлено 10 таких специальных машин для очистки изюма от плодоножек: 8 штук в Самарканде, 2 штуки в Ура-Тюбе.

Рационализация всего дела производства изюма может быть проведена путем введения подносов при сушке на солнце, сушилок с искусственным теплом, машин для удаления черенков, сортировки, паковки в ящики и прессовки.

Более крупные сорта винограда с косточками помимо указанных машин подвергаются особой обработке на моечных машинах, а также на машинах для удаления из них косточек.

Подобно фруктоочистительным заводам Калифорнии, подача продукта из одного отделения в другое должна производиться автоматически системой конвееров.

Заводы по очистке и упаковке изюма должны быть разбросаны по району в местах сосредоточения виноградников.

Помимо сушки на изюм, виноград перерабатывается на вино и на уваренный виноградный сок (бекмес).

В районе имеется 14 винодельческих и винокуренных заводов, 10 сезонных производственных пунктов, объединенных в государственном тресте «Узбеквино». Кроме того, имеется ряд винодельческих и бекмесо-варочных пунктов у с.-х. кооперации.

Заводы, оборудованные двигателями, снабжены механическими прессами, агрепуарами (машинами для удаления черенков из винограда), насосами для перекачки соков. На винодельнях и бекмесоварнях кооперативных давка винограда производится ногами, оборудование—примитивно.

Механизация винодельческого и бекмесоварочного производства предусматривает применение беспрерывно действующих виноградных прессов, агрепуаров, насосов для перекачки соков и вакуум-установок с воздушными насосами для уварки виноградного сока.

Во многих местах района недостаточно орошение. В помощь проектам самотечных оросительных установок должно широко практиковаться и здесь машинное орошение, для чего могут быть использованы помимо арыков и рек системы Зеравшана, также и подпочвенные воды. Такие грунтовые воды близки к поверхности в Бухаре, по левому берегу долины Зеравшана, по горным саям, в районе Ургута и др.

Источником энергии для электрификации являются гидроэлектрические станции, использующие разницу уровней при проведении самотечных оросительных проектов.

Электрификация разрешит здесь проведение механизации в производстве изюма, виноделии, бекмесоварении, консервировании виноградных продуктов в размере, соответствующем исключительно богатым плодовым рессурсам района.

Благодаря ей, могут быть орошены путем электронасосных установок многие из местностей, по рельефу недоступных самотечному орошению, чем во много раз может повыситься урожайность виноградников и значительно расшириться площадь под ними.

## Сочинский сливовый район.

Приморская полоса Черного моря, тянущаяся с севера на юг от р. Шахо до границы Абхазии, имеет площадь садовых насаждений в ок. 1 800 десятин, из которых ок. 50% под сливой. Слива здесь дает чернослив, пользовавшийся заслуженной славой лучшего чернослива и на заграничных рынках.

Район может дать свыше 100 000 пудов чернослива и значительное количество сливового пюре. Оба продукта имеют постоянно растущий спрос на внешних рынках.

Непосредственная близость двух черноморских портов: Новороссийска и Туапсе особенно благоприятствует экспорту, использующему морской фрахт. Лишь в двух местах в районе стерилизуется чернослив. Сушилки мало продуктивны и в 1926 году они оказались не в состоянии переработать всей продукции, которой погнило ок. 300 000 пудов.

В соответствии с концентрацией садовых насаждений по районам должны быть созданы от 10 до 20 переработочных пунктов для варки сливового пюре, сушки чернослива и развития консервного производства.

С этой целью должны быть брошены в район вакуум-аппараты для уварки сливового пюре, машины для протирки фруктовой массы, закаточные машины и автоклавы для стерилизации продукта, машины консервного производства для разных видов сочинской продукции, жестяночные банки, специальные машины для

обработки чернослива, сушилки, машины для мойки чернослива в горячей воде, сортировки и пр.

Оборудование переработочных пунктов, производительных сушилок и консервных заводов возможно рационально лишь при электрификации. Источником электроэнергии являются здесь многочисленные реки, которые, беря начало в горах Кавказского Хребта и впадая в море, пересекают всю приморскую полосу.

Проект электрификации района г. Сочи предусматривает использование падения р. Сочи. По проекту ГЭТ'а, 1-й очереди для осуществления электрификации требуется затрата капитала в ок. 630 000 рубл.

Если бы погнившая в 1926 году слива в количестве ок. 300 000 пуд. была переработана на сливовое пюре и экспортирована за границу, она дала бы доход в ок. 400 000 рубл. Гибнущие и обесцененные вследствие отсутствия рациональной технической переработки превосходные сочинские фрукты могли бы дать сотни тысяч рублей, которые с избытком покрыли бы стоимость электрификации.

В настоящее время в районе имеется 8 мелких электрических станций на общую установленную мощность в ок. 280 л. с.

Одна Сочинская дизельная электрическая станция имеет мощность в 130 л. с. при напряжении в 3 300 V трехфазного тока.

Развитию электрификации в Сочинском районе может значительно помочь то обстоятельство, что здесь сосредоточены первоклассные курорты, санатории и дома отдыха. Курортное дело не менее сочинского плодоводства заинтересовано в электрификации. Электрификация может быть здесь ощуществлена совместными усилиями органов, заинтересованных в развитии плодоводства и курортного дела, имеющего исключительно благоприятные перспективы.

## Плодовые районы Нижегородской губ.

Среди плодовых районов Нижегородской губ. выделяется Лысковский. Здесь до $3^1/_2$ тысяч десятин садовых насаждений; яблоки, черная смородина, крыжовник, вишня и проч. служат основным сырьем для производства варенья, пастилы, мармелада и проч. Значительная часть этого ассортимента имеет экспортное значение; таковы:

шпареная смородина, пюре из яблоков, черной смородины, консервы из черной смородины, крыжовника, вишни, сушеные фрукты и ягоды, экстракты из ягод и проч.

Высокая доходность садовых культур в комбинации с прочей с.-х и кустарной нагрузкой обеспечивают рентабельность электрификации. Источником энергии здесь могут явиться торфяные залежи (район Белозерихи) и нефть, привозимая по Волге.

### Дагестанский район.

Площадь под садами свыше 5 000 десятин. Продукция района ок. $2^1/_2$ милл. пуд. Груши, абрикосы, персики, слива, черешня, айва и пр. служат здесь основанием для фрукто-консервной и пюреваренной промышленности До революции в центре района Буйнаксе (б. Темир-Хан-Шура) было в действии 27 консервных и пюреваренных заводов и до 50 заводов было разбросано по району. Не более 20% продукции вывозилось из района.

Район представляет исключительный интерес в отношении выработки пюре и фруктовых консервов.

### Экономический эффект от механизации и электрификации производств по переработке плодов и овощей.

Для выяснения экономического эффекта от рациональной организованной переработки плодов и овощей сделаем следующий расчет.

В 1924 году по главнейшим плодовым районам Союза находилось под плодовыми садами, виноградниками, огородами и бахчами ок. $1^3/_4$ милл. десятин с урожаем в $1^1/_2$ миллиарда пудов стоимостью в 740 милл. рубл. Если считать, что из оставшейся на местах невывезенной продукции лишь $^1/_2$ садовой, $^1/_{10}$ виноградной и $^1/_4$ огородной и бахчевой была бы подвергнута технической переработке на пюре, консервы, сушеные продукты и проч. то общая продукция повысилась бы в стоимости на 173 милл. рубл.

Принятием соответствующих мер (изучение стандартных требований внешних рынков, кредитование с.-х. кооперации на оборудование заводов по технической переработке, рациональная организация сбыта готовых продуктов, электрификация и пр.) мы могли бы добиться, чтобы мы поделили с С. Ш. А. мировой рынок, и тогда наш экспорт за границу составил бы около половины

того экспорта, который размещают С.Ш.А. на внешних рынках. т. е. ок. 60 милл. долларов или ок. 120 милл. рубл.

Если считать подобно С.Ш.А, что около 60% всей продукции фрукт и овощей, идущей на экспорт, составляют сушеные и консервированные фрукты и овощи, то экспорт последних составил бы ок. 75 милл. рубл.

Чтобы переработать фрукты и овощи на сумму ок. 75 милл. рублей, потребуется затрата капитала на оборудование заводов в сумме до 30 милл. рублей.

Возникает вопрос о стоимости продуктов переработки нашего плодоводства в сравнении с американскими.

В 1924 г. по данным департамента торговли С. Ш. А., средняя стоимость американских консервов в копейках (при этом принята стоимость доллара равной 2 рубл.) в переводе на русские фунты составляла:

| | |
|---|---|
| Фрукты . . . . . | 18,4 коп. |
| Овощи . . . . . | 20 » |
| Молоко . . . . . | 19,8 » |
| Мясо . . . . . | 50 » |
| Консервы из лососины и сардины . . . | 20 » |

Фруктовые и овощные консервы в среднем вывозятся из Америки по 44—48 коп. за 1 kg.

По калькуляци, имеющейся в Госторге РСФСР средняя стоимость франко Буйнакс (б. Темир-Хан-Шура) фруктовые консервы (черешня, абрикосы, сливы, груши, персики и айва из Дагестана) составляла в мае 1925 г. 5 р. 33 к. пуд или 13,4 к. фунт (325 р. тонна или 32,2 к. кгр.)

Как видно, стоимость наших продуктов дешевле. Это и понятно, если принять во внимание дешевизну наших рабочих рук и сырья на месте. Эта себестоимость может быть значительно понижена при применении импортной жести и освобождениее от пошлины.

Особый интерес представляет для нас экспорт всякого рода пюре из фрукт без сахара, стерилизованное в жестяных банках.

Приводим калькуляцию для одного из видов фруктового пюре, а именного абрикосового. (см. сл. стр.).

Как видно из этой калькуляции, себестоимость пуда абрикосового пюре достигает 4 р. 14 к. пуд или около 10 коп. фунт

(ок. 25 коп. kg). Пересчитанная на импортную жесть, освобожденную от пошлины, себестоимость пуда консервов франко порт Батум из Дагестана составит ок. 27—28 коп. за 1 kg

**Расчет стоимости эксплоатации производства абрикосового пюре упакованного в 16-ти фунтовых банках.**

Стоимость на 1 пуд готового продукта.
Продукция в 1 день 200 пуд. × 2,5 = 500 банок.
» за сезон 200 пуд. × 30 = 6 000 пуд. × 2,5 = 15 000 банок.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Сырье: абрикос . | 1 пуд. 10 фунт. | à 1 р. — к. | = | 1 р. 25 к. |
| 2. Топливо: дрова . | 0,50 kg | à — „ 30 „ | = | — „ 15 „ |
| 3. Рабсила . . . . | 0,10 раб дня | à 3 „ — „ | = | — „ 30 „ |
| 4. Банки . . . . . | 2,5 шт. | à — „ 35 „ | = | — „ 88 „ |
| 5. Этикетки . . . . | 2,5 шт. | à — „ 01 „ | = | — „ 2,5 „ |
| 6. Ящики . . . . | 0,4 шт. | à — „ 75 „ | = | — „ 30 „ |
| 7. Вспомогат. материалы гвозди, обручи, упаковка . . | | | | — „ 20 „ |
| 8. Ремонт здания и машин, принимая стоимость ремонта здания и оборудования 3% от их стоимости 15.000 р. × × 3% = 450 р., т. е. ремонт составляет 4 500 : 5 000 пуд. | | | = | 7,5 к. 3 р. 18 к. |
| 9. Накладные расходы 15% . . . . . | | | | 46,5 к. |
| 10. Аммортизация оборудования и задания . . . . . | | | | 22,5 „ |
| Погашение ссуды по оборудованию 1.200 р. (10 лет). | | | | |
| „ „ по зданию . . . 150 „ (20 лет). | | | | |
| 1 350 р. : 6 000 пуд. = 22,5 к. | | | | |
| 11. %% по ссуде на оборудование 712 р. 12 к. (10%) | | | | |
| „ „ „ на здание . . . 151 „ 92 „ ( 8%) | | | | |
| 864 р. : 6 000 п. . . . . | | | | 14,4 „ |
| 12. Уравнительный сбор 3% . . . . . | | | | 12 „ |
| Себестоимость 1 пуда абрикосового пюре . . . . . | | | | 4 р. 13,4 к. |

Стоимость оборудования:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Варочные котлы . . . . . | 3 шт. × 1 000 р. | = | 3 000 р. |
| Протирочная машина . . . . . | 1 „ × 1 000 „ | = | 1 000 „ |
| Закатка . . . . . | 1 „ × 1 000 „ | = | 1 000 „ |
| Автоклав . . . . . | 1 „ × 1 500 „ | = | 5 100 „ |
| Паровой котел . . . . . | 1 „ × 3 000 „ | = | 3 000 „ |
| Эл. двигатель 1HP . . . . . | 1 „ × 500 „ | = | 500 „ |
| Монтаж . . . . . | | | 1 000 „ |
| Водоснабжение . . . . . | | | 800 „ |
| Стоимость здания. . . . . | | | 3 000 „ |
| Итого . . . | | | 15 000 р. |

Эти подсчеты указывают, что наши фруктовые консервы из Дагестана могли бы быть доставлены в черноморские порты по ценам вполне конкуренто-способным с подобными же продуктами с портов тихоокеанского побережья С. Ш. Америки.

К главнейшим европейским рынкам наши черноморские порты находятся на более близком расстоянии, чем порты Калифорнии.

Существенным вопросом является размер ввозной пошлины. Но в Англии, напр., эта пошлина весьма незначительна. В 1925 г. были совсем освобождены от пошлины пюре из абрикосов и сливовое, а консервы из абрикосов и слив были обложены пошлиной в размере 1 шилл. 6,5 пенс. за центнер. Это составляет, считая фунт стерлингов 10 р., за центнер 77 коп. или полторы копейки на 1 kg. Пошлина на консервы из прочих фрукт, в легких сиропах составляет ок. 2, 5 коп. за kg.

Совершенно очевидно, что продукты переработки наших фруктов при условии соответствия их стандартным требованиям внешних рынков вполне могли бы конкурировать на лондонском рынке с американскими. Это подтверждается тем обстоятельством, что лондонская фирма Cloid Routledge &C° London, учитывая это обстоятельство, настойчиво предлагала „Аркосу“ в мае 1925 г. принять самые решительные меры к экспорту на лондонский рынок всякого рода пюре и консервов из наших южных фруктов. Чтобы судить, насколько наши рабочие руки и сырье дешевле американских, достаточно сослаться на опыт Дагестана: там свежие абрикосы на месте стоят 1 р. пуд, а рабочая сила около 10—11 коп. час. Между тем средняя цена рабочего часа в Калифорнии составляет около рубля в час, а сырье также в несколько раз дороже.

Общепризнано, что природные качества наших фруктов не только не ниже, но некоторые из них превосходят американские. Мы отстаем лишь в технической переработке, и в этом отношении импорт из Калифорнии машин и аппаратов, применяемых там в наших плодовых районах, возможно полная механизация процессов переработки и организация производств по переработке соответствующих стандартным требованиям внешних рынков являются факторами, которые могут укрепить нашу позицию на мировом рынке и обеспечат экспорт продуктов переработки.

## Тезисы к докладу И. Я. Перельмана

### К вопросу о реконструкции плодовых районов на базе их электрификации

1. Высокое качество наших плодов, дешевизна избыточного сельского населения, благоприятные климатические и почвенные, условия, совершенно еще не использованный внутренний рынок и крайняя дешевизна сырья на местах создают благоприятные условия для успешного развития технической переработки фрукт и овощей и для экспорта этих продуктов за границу.

2. Экспорт продуктов плодоводства, как продуктов скоропортящихся, базируется главным образом на рациональной постановке дела технической переработки их, на мощном развитии консервной промышленности и промышленности сушеных продуктов.— В консервной промышленности С.Ш.А., охватывающей фрукты овощи, молочные, рыбные, мясные продукты, достигшей в 1925 году производительности в 2 миллиарда рублей, консервы из фрукт и овощей преобладают: в 1923 году они составляли 65% всей продукции консервной промышленности. До 60% всего экспорта фрукт и овощей С. Ш. А. являются фрукты и овощи в сушеном и консервированном виде.

С. Ш. Америки, и в особенности Калифорния, выбрасывают ежегодно огромное количество консервов и сушеных фрукт, и овощей на мировые рынки. В 1925 году этот экспорт достиг 137 мил. руб. Наш вывоз совершенно ничтожен (ок. 1 милл. рубл.) и главным образом состоит из свежих фрукт.

3. Успешный экспорт продуктов плодоводства Калифорнии, доминирующей на европейских рынках, главным образом обязан рациональной постановке дела технической переработки плодов и овощей, в основу которой положена электрификация плодовых районов, которую используют как производства по переработке, так и машинное орошение.

4. Заводы по переработке плодов и овощей на консервы и сушеные фрукты, будучи ограничены размерами сырьевых баз, которые они обслуживают, представляют собой предприятия не крупных размеров. Средняя мощность силовых установок в С. Ш. А. ок. 74 л. с. Механизация процессов их производств разрешается электрификацией, радикально разрешающей задачу использования ими потребной им двигательной и тепловой энергии.

Производства по переработке плодов и овощей, стоящие на уровне современной техники, механизированы целым рядом машин как для сушильных, так и для консервных заводов. Важнейшими машинами в консервных производствах являются: машины для сортировки, резки, очистки, протирания, обваривания, варки, стерилизации, закатывания в жестяные банки, машины для производства самих банок и упаковочной тары. На заводах для производства сушеных фрукт необходимы: механическая вентиляция, механическая подача высушиваемых фрукт, сортировка, промывка в горячей воде, упаковка в ящики и пр.

5. Лучшие и крупнейшие сады в южных плодовых районах засыхают и погибают из-за недостатка поливной воды. Более высокие местности, рельеф которых не позволяет подачу воды самотеком, несмотря на то, что они являются наиболее плодородными, остаются неиспользованными.

Здесь необходимо применение машинного орошения, которое в комбинации с производствами по переработке создает благоприятные условия для рентабельности электрификации плодовых районов.

6. Рентабельность предприятий по электроснабжению в южных плодовых районах обусловливается следующими факторами:

а) В одних и тех же районах наравне с развитием плодовых культур развиваются также хлопковые и другие интенсивные культуры.

б) Периоды потребления энергии насосными оросительными установками и заводами, хлопковыми и маслобойными и др. дополняют друг друга: оросительные установки нуждаются в энергии в период от апреля до сентября, а заводы сахарные, хлопкоочистительные, маслобойные и пр. с сентября по январь. Плодовые сушилки и заводы для производства консервов из фрукт и овощей с сентября и в некоторых случаях с июля по январь.

Значительно содействуют загрузке станций потребители, производящие искусственный холод (льноделательные заводы и холодильные установки)

в) Число часов использования для одного установленного киловатт в оросительных установках весьма высоко, превышая 3 000 часов в год.

г) Источником энергии является гидравлическая энергия, получаемая в качестве побочного продукта при сооружениях самотечного орошения путем использования естественного падения в оросительных каналах, спускающих воду с более высоких мест в долины.

д) Электрическая энергия используется не только в качестве двигательной силы, и но в качестве теплового фактора для отопления котлов и автоклавов на консервных заводах, для нагрева помещений сушилок и для отопления паровых котлов и пр. Это обстоятельство чрезвычайно важно в районах, где ощущается недостаток в топливе. Напр. в Ср. Азии при стоимости нефти 1 р. 20 к. пуд, электрическое отопление конкурирует с паровым при тарифе на электро-энергию около 2 копейки за kWh.

е) Электрификация машинного орошения позволяет использовать площади с более возвышенным рельефом, недоступным для самотечного орошения. Площади эти обычно более плодородны и благодаря им является возможность расширять площади высокодоходных культур, каковыми являются хлопковые, виноградные, плодовые сады и пр. Эти более высокие интенсивные культуры создают прочную экономическую базу для рентабельности предприятий по электроснабжению.

ж) Машинное орошение имеет ряд преимуществ перед самотечным и с помощью электрификации эти преимущества могут быть в значительной степени использованы. Преимущества эти могут быть формулированы следующим образом

1. При машинном орошении вода подается на поле тогда, когда она нужна водопользователю, независимо от других водопользователей. При самотечном же орошении устанавливается очередь.

2. Машинное орошение устраняет необходимость иметь магистральные каналы, потери в которых на фильтрацию достигают 40% и выше.

3. При машинном орошении наблюдается чрезвычайно бережное отношение водопользователей к выброшенной из насосов воде.

Коэффициент полезного действия в этих случаях значительно выше, чем при самотечном орошении, и там, где при самотечном орошении поливается одна десятина, при машинном орошении поливаются две десятины.

4. Электрические оросительные установки позволяют использовать подпочвенные воды, колодцы, артезианские скважины и пр. Примером такой чрезвычайно удачной электрификации орошения в виноградном районе представляет собою округ Лоди в Калифорнии в окрестностях Стоктона. Там еще в 1920 году около 12 000 kW было отпущено виноградникам для орошения их путем подачи воды из колодцев от 6 до 8 m.

5. Электронасосные установки представляют собой исключительные преимущества вследствие своей легкости, транспортабельности, отсутствия необходимости в солидном фундаменте и зданиях.

6. Электрификация разрешает задачу введения сушки искусственным теплом вместо сушки на солнце. В настоящее время сушилки с искусственным теплом постепенно вытесняют солнечную сушку, даже в таких жарких странах, каковой является Калифорния. Это обстоятельство открывает между прочим, перед плодоводством наших центральных районов весьма большие перспективы, ибо сушка в этих районах может производиться только в сушилках. Преимущества сушилок с искусственным теплом перед солнечной сушкой для плодов и овощей могут быть формулированы следующим образом:

а) После варки фрукты, высушенные в сушилках, более напоминают по вкусу и цвету вареные свежие фрукты, чем фрукты солнечной сушки,

б) в сушилках достигаются лучшие санитарные условия,

в) в сушилках достигается большой контроль над качеством продукта,

г) сушилки занимают меньше земельной площади,

д) в сезон дождей сушилки предохраняют фрукты от порчи их дождем,

е) продукты, высушиваемые в сушилках, более высоко ценятся вследствие их более высокого качества и этим компенсируется несколько большая стоимость сушки,

ж) выход сухого продукта из сушилок больше, чем при солнечной сушке,

з) электрификация сушилок повышает в высокой степени их производительность, облегчая введение механической вентиляции устройство автоматического транспорта пересушиваемого продукта и отопление помещений сушилок,

и) стоимость электрического оборудования сушилок гораздо меньше стоимости оборудования с помощью другой двигательной силы, что ведет к большей рентабельности сушильных заводов.

7. Электрификация абрикосовых, виноградарских, сливовых и прочих южных плодовых районов, помимо разрешения задачи машинного орошения, создает условия для широкого применения садоводами машин, придающих продуктам качество, соответствующее стандартным требованиям. Таковы машины по сортировке, мойке, очистке, сушке, паковке, переработке на пюре, консервы, вино, бекмес и проч. продукты. На базе электрификации могут получить широкое распространение мелкие холодильные и льноделательные установки. Благодаря электрификации переработка может быть сосредоточена непосродственно у сырьевых баз без необходимости траспортировать продукты на далекие расстояния для переработки, чем предотвращается порча и гниение значительных количеств продуктов.

8. В настоящее время в Ср. Азии имеется ряд электрических ст ан ций, находящихся в плодовых и хлопковых районах, которые могут быть использованы для производств по переработке с.-х. продуктов и для электрификации машинного орошения.

Таковы станции:

1. Гидроэлектричесая станция Кауфманского сахарного завода ближайшая ж.-д. станция Кауфманская, Ср. Азиатской ж. д.; мощность ее около 500 л. с.

2. Аламединская гидро-электричесая станция в 17 верстах от города Фрунзе (Пишкепа) мощностью около 700 л. с.

3. Электричсеая станция Мургабского Совхоза, недостаточно использованная, свободная мощность около 700 л. с.

4. Электрическая станция нефтяных промыслов «Санто» между Исфарой и Канибадамой в Фергане, мощностью около 1.000 л. с. (дизельная станция).

5. Электрическая станция Боз-Су (мощностью 3 тыс, л. с.) и др.

К эксплоатации этих станций должно быть приступлено с целью развития производств по переработке и машинного орошения.

9. Главнейшие плодовые районы Союза дали в 1924 г. урожай в $1^1/_4$ миллиарда пудов. Ценность продукции около 740 милл. р., имея площадь культур $1^3/_4$ милл. десятин.

Организацией переработки в главнейших плодовых районах Союза согласно современным требованиям техники, можно было бы повысить продукцию плодоводства на ок. 175 милл. рубл. и значительная часть этой продукции могла бы пойти на экспорт.

Перспективы экспорта определяются при этом на сумму около 75 милл. рубл.

**Цена — 35 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.854. Тираж 1.700 экз. 1¾ л

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад С. А. Кукель-Краевского.*

## ФИНАНСИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ.

### Введение. О влиянии расходов по капиталу на стоимость электрической энергии у потребителя в сельских установках.

Проблема финансирования сельской электрификации является одной из основных задач, без разрешения которой нельзя практически осуществить рентабельную сельскую электрификацию.

Рентабельность сельской электрификации в конечном счете зависит от той цены электрической энергии, по которой она может быть доставлена потребителю. В наших условиях она в среднем должна быть не больше 15—20 коп. за 1 kWh, для некоторых потребителей даже еще значительно ниже. Город, где плотность потребления энергии велика, завод или группа заводов, где потребление сильно концентрировано, легко могут получить энергию от своей электрической станции по вполне приемлемой (за очень редким исключением) цене. В деревнях же, если исключить южные огромные многотысячные села, которые по существу являются поселениями, в некоторых отношениях, городского типа, потребители очень разбросаны и для снабжения их энергией надо развивать относительно очень большую сеть. Таким образом, стоимость распределения энергии в деревнях относительно значительно выше, чем в городах. Другой фактор—сравнительно малый масштаб потребления энергии, а потому он влечет за собою относительно большую стоимость установленного киловатта и влияет на стоимость производства энергии и на стоимость распределения одновременно, так же как и третий важный фактор—малое число часов использования и сезонность громадного большинства возможных потребителей энергии в деревнях.

Первые два фактора влекут за собою значительно больший относительный размер капитала, который надо затратить при электрификации деревни на каждый годовой киловатт-час потребляемой энергии, чем в городах. Так например в Чикаго на 1 kWh вложено капитала—6 копеек, в Москве—20 копеек, а в деревен-

ские электрические установки надо вложить 60—80 копеек на устройства для производства и распределения энергии, не считая еще внутреннего оборудования.

Естественно, что при таких условиях в калькуляции себестоимости энергии крупнейшим слагаемым является стоимость оплаты капитала и амортизации. В наших условиях обычны следующие соотношения.

Если считать стоимость энергии у потребителя в 100%, то стоимость распределения составляет 60—70% и из нее, в свою очередь, до 80% составляют расходы по капиталу, затраченному на сети и трансформаторы, и распределение энергии.

Отсюда ясно, что условия, на которых получен капитал для сельской электрификации, имеют решающее значение для величины стоимости энергии у потребителя, а так как эта величина ограничена известным пределом, то такое-же значение она имеет и для рентабельности установки. Сельская установка может быть очень рентабельна при одних условиях погашения капитала и совершенно не рентабельна при других.

Приведем ниже несколько примеров, характеризующих это влияние условий погашения капитала.

1. Электрическая станция Лихославльского льнообделочного завода (Тверской губ.), мощностью в 200 kVA, отпускает часть энергии заводу и часть в сельскую сеть, состоящую из 43 km линий высокого напряжения в 6 000 V и 64 km линий низкого напряжения в 230 V. На станцию относятся только 20% расходов по котельной, а остальные 80% относятся на счет производства завода.

При таких условиях станция может отпускать в сельскую сеть энергию по исключительно дешовой цене, составляющей 3,15 копеек на полезно отпущенный киловатт-час без расходов по капиталу. Передача энергии потребителям стоит 2,72 коп. на 1 kWh, тоже без расходов по капиталу. Таким образом, потребитель, если-бы не нужно было оплачивать капитал и амортизировать установку, получил бы энергию по 5,87 коп. за 1 kWh.

Расходы же по капиталу составляют для выработки энергии 2,45 коп., т. е. 44% общей стоимости энергии на шинах станции (5,6 коп.), а на передачу энергии те же расходы ложатся суммою в 10,6 копеек, что составляет 80% от полной стоимости передачи энергии (13,3).

Таким образом, полная стоимость энергии у потребителя повышается до 18,9 копейки вместо 5,87 коп., причем расходы по капиталу составляют 69% стоимости энергии у потребителя.

Все вышеприведенные цифры относятся ко времени, когда размер потребления энергии достигнет предусмотренной проектом величины. При меньшем размере потребления, как это имеет место в настоящее время, все вышеуказанные элементы стоимости энергии, конечно, будут выше.

Расходы по капиталу расчитаны для условия погашения его в 9 лет из 6%—условие обычное в настоящее время для случаев финансирования электрификации деревни через систему сельско-хозяйственного кредита по государственному бюджету.

Если бы мы увеличили срок погашения с 9 лет до 25, то стоимость энергии у потребителя понизилась бы с 18,9 коп. до 13,5 коп., а если бы, кроме того % на капитал был бы понижен с 6 до 4, то цена энергии была бы 12 копеек за 1 kWh.

2. В Московской губернии имеется Ивановская дизельная электрическая станция мощностью в 35 kW.

При полной нагрузке этой станции стоимость ее энергии у потребителя без расходов по капиталу, но включая все расходы на выработку энергии, ложащиеся в данном случае полностью на сельскую сеть, и на передачу этой энергии, составляет 12,3 коп.

При 9-ти годах погашения и 6% на капитал расходы по капиталу составляют 14,8 копейки, т. е. 55% общей стоимости энергии у потребителя 27,1 копейки. Если бы капитал был дан на 25 лет из 4%, то цена энергии понизилась бы при прочих равных условиях до 19,1 коп. и достигла бы величины, допускающей развитие применения электрической энергии.

3. Сельская сеть, получающая энергию от Каширской районной станции находится в условиях аналогичных разобранным нами в первом примере. Стоимость 1 kWh на шинах подстанции 6 коп. Эксплоатационные расходы по распределению энергии—5,6 копейки. Итого прямых расходов 11,6 копейки на 1 kWh.

Расходы по капиталу, учитывающие только стоимость сети, составляют при 6% и 9-летнем сроке—7,2 коп., при 4% и 25 лет—3,2 коп. Таким образом, в этом случае цена энергии колеблется от 18,8 до 14,8 коп. за 1 kWh в зависимости от условий погашений капитала.

4. Обычно стоимость передачи и распределения энергии в сельских сетях значительно превышает стоимость производства ее и в результате капитализационные расходы играют очень большую роль. В некоторых случаях могут быть исключения, а именно— когда сеть сама по себе мала, а энергия получается по очень дорогой цене. Такой случай имеет место под Москвой в Малаховке, где сеть питается от станции деревообделочного завода по цене 19 копеек за 1 kWh. Эксплоатационные расходы по сети 7,7 коп. и всего прямых расходов 26,7 коп. на 1 kWh. По сравнению с этой величиной прямых расходов, капитализационные расходы в данном случае не велики и в результате цена энергии колеблется лишь в сравнительно узких пределах от 32,8 до 29,5 коп. в зависимости от условий кредитования.

Но приведенный случай исключительный: здесь имеется сравнительно густо населенный поселок с относительно дешевой сетью и чрезвычайно дорогая покупная энергия от чужой электрической станции.

5. Из ряда проектов мы вывели некоторые средние цифры для сельской установки с собственной станцией, мощностью в 100 kW, а именно: полная стоимость установки с внутренним оборудованием потребителей—2 000 рублей, без последнего 1 500 рубл. на 1 kW. Годовое использование киловатта 2 000 часов (считая только полезно отпущенные киловатт-часы). Прямые расходы на выработку одного полезно отпущенного киловатт-часа можно принять при очень благоприятных условиях в 7 коп., а прямые расходы по передаче и распределению энергии в 3 коп. на 1 kWh.

Погашение капитала можно практически начинать лишь после 3 лет с начала постройки. Если мы введем это условие и если $^0/_0{}^0/_0$ за первые года причислим к капиталу и учтем с другой стороны то обстоятельство, что деньги будут внесены не сразу, то при 12-летнем кредите из $5^0/_0$ расход по капиталу будет 11,1 коп. за 1 kWh, а при $4^0/_0$ и 25 лет—5,5 копейки.

Таким образом общая стоимость энергии будет в лучших случаях в пределах 21,1 до 15,5 коп. за 1 kWh, в зависимости от условий кредитования. Считая однако, что при отсутствии особо благоприятных условий прямые расходы могут превысить величину 10 коп. даже на несколько копеек, можно считать что сроки кредита только порядка 20—25 лет допускают приемлемые тарифы.

Конечно, условия погашения капитала являются хотя и чрезвычайно важным, но далеко не единственным условием возможности осуществления сельско. электрификации. Так, например, не менее важно, чтобы самый размер капитала на 1 kW был возможно меньшим, а это в свою очередь зависит от стоимости оборудования и в особенности строительных материалов.

Поэтому задача рационального финансирования электрификации должна была бы охватить не только условия погашения капитала, но и условия удешевления сооружения электрических установок. Наконец, задача улучшить использование сельских электрических установок путем широкого развития по возможности разнообразного потребления электрической энергии упирается в проблему финансирования потребителей,

Так как трудности сельской электрификации являются общими и для нас и для Запада, интересно познакомиться с тем, как решается задача финансирования сельской электрификации в странах, где сельская электрификация делает заметные успехи и выяснить, что из опыта Запада может быть использовано и у нас.

Поэтому мы остановимся на рассмотрении систем финансирования сельской электрификации, применяемых на Западе.

## Финансирование сельской электрификации за-границей.

### 1. Финансовая поддержка со стороны государства.

В некоторых странах электрификации деревни придают столь большое значение, что сельскому электростроительству оказывается финансовая поддержка со стороны государства. Такая система, насколько нам известно, применяется во Франции, Италии, Швеции и Норвегии.

Государственная поддержка сельской электрификации выражается в следующих формах:

1) Бесплатное составление проектов.
2) Безвозвратные дотации.
3) Долгосрочные дешевые ссуды сроками до 43 лет и из 3—5% годовых.
4) Налоговые льготы.
5) Принуждение частных концессионеров содействовать сельской электрификации.

Одновременно все вышеперечисленные формы применяются во Франции, другие страны ввели у себя лишь некоторые из вышеназванных форм содействия сельской электрификации.

Рассмотрим теперь эти формы несколько подробнее.

1. Во Франции Министерство Земледелия издавна имеет разбросанные по всей стране «Управления Сельских Инженеров» (Service du Génie rural), основной задачей которых является содействие населению во всех технических улучшениях сельского хозяйства. С 1904 года в круг обязанностей этих Управлений включено и бесплатное составление для населения проектов сельской электрификации.

В других странах такая широкая техническая помощь не наблюдается, но к той же категории помощи электрификации деревни надо отнести встречающуюся во многих странах систему организации специальных компетентных комиссий, изучающих общие вопросы сельской электрификации и в частности вопросы финансирования, разрабатывающие, как напримэр, в Швеции планы сельской электрификации, объявляющие, как, например, в Италии премии на лучший литературный труд, посвященый использованию электрической энергии в сельском хозяйстве, вырабатывающие, как например в Соединенных Штатах Северной Америки, мероприятия, которые следовало бы рекомендовать электроснабжающим предприятиям для включения в сеть сельских абонентов.

2. Безвозвратные денежные субсидии выдаются во Франции и в Италии на те работы, которые касаются чисто сельскохозяйственной электрификации.

Во Франции субсидии выдаются за счет средств, отпускаемых по смете Министерства Земледелиа на улучшения сельского хозяйства. В первые годы после войны субсидии выдавались также из средств, предназначенных для вознаграждения за военные убытки. Субсидии выдаются только коллективам, а не отдельным лицам на постройку линий электропередач высокого и среднего напряжения и установку трансформаторов, при чем общий размер субсидий, как правило, не может превышать 30% стоимости сооружения в части, касающейся чисто сельско-хозяйственной электрификации. В исключительных случаях субсидия может дойти до 40%, при чем обстоятельством, дающим право на такое исклю-

чение, является привлечение коллективом ссуды не от государства на льготных условиях.

В последнее время допускается вместо единовременной дотации выдача коллективу определенной ежегодной субсидии, покрывающей разницу между ежегодной оплатой занятого в нормальном порядке капитала и тем расходом на капитал, который может безубыточно выдержать предприятие. Эта система дает возможность при сравнительно небольшой затрате с стороны государства привлечь к делу сельской электрификации значительные капиталы, нормальная доходность которых будет таким образом обеспечена государством.

В Италии государственные субсидии имеют характер премии. Они выдаются в следующих случаях:

а) в течение 15-ти лет ежегодного по 15 сантимов на каждый килограмм меди, израсходованной в сетях, снабжающих сельское хозяйство при напряжении сети свыше 2 000 V;

б) единовременно в размере 40% стоимости трансформаторных подстанций (стационарных и передвижных) для снабжения электрической энергией сельского хозяйства;

в) в продолжение 10 лет выплачивается по 3 сантима за каждый киловатт-час, израсходованный для электрических плугов и электрических жатвенных машин.

Право на субсидию за 1 kg меди и трансформаторные подстанции распространяется и на смешанные хозяйства в тех случаях, когда не менее $^2/_3$ присоединенной мощности в киловаттах подходят под перечисленные в законе категории применения электрической энергии в сельском хозяйстве.

Отметим, что и во Франции и в Италии субсидии выдаются только на постройку линий и подстанций от электрических станций, но не на постройку собственных сельских электрических станций. Последние вообще никакой поддержкой от государства не пользутюся и не имеют в этих странах хоть сколько нибудь заметное распространение.

3. В Италии для выдачи субсидий сельской электрификации декретирован специальный фонд в размере около 32-х миллионов рублей, который образуется путем отчислений по государственному бюджету в течение нескольких лет.

Во Франции тоже декретирован фонд в размере около 60-ти миллионов рублей, образуемый тоже путем ежегодных отчислений

по государственному бюджету сумм порядка 4—5 миллионов рублей в год. Но этот фонд предназначается не для выдачи субсидий, а для выдачи долгосрочных ссуд.

Выдача долгосрочных льготных ссуд на сельскую электрификацию применяется, кроме Франции, в Швеции и Норвегии.

Во Франции Парламентская комиссия, по докладу которой 2-го августа 1923 года был принят закон об образовании вышеуказанного фонда, имела задачей разработать меры, обеспечивающие возможность подведения электрической энергии ко всем деревням, находящимся в районах интенсивного и полуинтенсивного сельского хозяйства. Комиссия признала, что источником электрической энергии для сельской электрификации во Франции должны быть линии электропередач от крупных государственных, муниципальных или частных электрических станций как общего пользования, так и специального назначения (например, для электрических железных дорог). Она предложила ряд мер поддержки развития подстанций и сельских сетей, из которых главной является выдача льготных ссуд из фонда. Ссуда из фонда выдается из 3-х%, сроком до 40 лет (обычно на 30 лет), при чем платежи по капиталу (погашение плюс %%) составляют ежегодно одинаковые взносы, а именно: на каждые 100 000 франков приходится ежегодно уплачивать на погашение и %% при 20-летнем сроке 6 721, при 30-летнем сроке — 5 101 и при 40-летнем 4 326 франков.

Размер ссуды может быть от 70 — 100% суммы, собранной коллективом (ссуды, как и субсидии выдаются только коллективам) В число сумм, собранных коллективом, включаются и те займы, которые коллектив сделал из других источников, кроме государственных.

Размер финансовой помощи, необходимой для того, чтобы проектируемое предприятие стало жизнеспособным, определяется местным управлением сельских инженеров и местной инспекцией электроснабжения.

Во Франции, кроме государства, помощь сельской электрификации оказывают местные органы (округа), которые выдают субсидии и ссуды иногда натурой (земельный участок, материалы и т. п.). Управления округами содействуют также путем создания опытных установок, школ и курсов.

Обычно, капитал, необходимый для выполнения проекта сельской электрификации, собирается на $^1/_3$ потребителями, на $^1/_3$ местными органами и на $^1/_3$ государством.

В Швеции правительство образовало 2 фонда для содействия коллективам, созданным для сельской электрификации: Фонд линий передач и Фонд водных сил.

Фонд линий передач, основанный в 1918 году составлял через 5 лет, т. е. в 1923 году, около 7 миллионов рублей. Ссуда выдается из 5-ти % годовых, сроком на 20 лет, при чем в первые 2 года уплачиваются только $^0/_0{}^0/_0$, а в остальные 18 лет—производится погашение, при чем сумма погашения и $^0/_0{}^0/_0$ должна, как и во Франции, составлять постоянную ежегодную величину. По закону размер ссуды может теоретически доходить до полной стоимости сооружения, но на практике размер ее всегда ниже. Так, например, за первое пятилетие существования Фонда средний размер ссуды составлял $43^1/_2\%$ среднего размера заявки.

Фонд водных сил, образованный в 1919 году, составляется из ежегодных вложений суммы около одного миллиона рублей. Фонд предназначен для выдачи ссуд, как коллективам, так и частным лицам на предприятия, имеющие целью использование водопадов, принадлежащих государству, для небольших установок, имеющих целью электроснабжение небольшой местности. За первые 4 года действия фонда средний размер ссуды был около 65 000 рублей и составлял 93% средней заявки. Ссуда выдается на срок 43 года, при чем в первые 3 года уплачиваются только $^0/_0{}^0/_0$, а в остальные 40 лет погашение, которое вместе с $^0/_0{}^0/_0$ должно составлять ежегодно одинаковое отчисление.

Из заявок, предъявленных обоим фондам, удовлетворено несколько меньше половины.

Кроме вышеуказанных фондов ссуды на сельскую электрификацию выдают еще 3 государственных учреждения: Государственное страхование, Пенсионное Управление и почтовые сберегательные кассы. Эти 3 учреждения в сумме дают примерно столько же, сколько и фонды. В 1923 году общий размер средств, вложенных в сельскую электрификацию, состоял только на $12^1/_2\%$ из средств государства. Тем не менее, именно с момента начала участия государства в финансировании сельской электрификации, это дело начало очень быстро развиваться.

В Норвегии государство пошло по пути образования специального банковского органа для кредитования сельской электрификации.

4. Налоговые льготы применяются в различных странах в том или ином виде.

5. Привлечение частных концессионеров поддерживать сельскую электрификацию широко применяется во Франции и в Италии.

Во Франции применяются только принудительные меры, заключающиеся в том, что начиная с 1919 года в концессионные договоры стали включаться обязательства концессионера выделять часть своей выработки для питания сельских сетей по пониженному тарифу, доходящему в некоторых случаях до 60-ти % ниже нормального тарифа. Кроме того, в некоторых случаях концессионер обязывался вложить в развитие сельских сетей определенную сумму, обязательно участвуя в определенном % в расходах для создания сельских сетей, питающихся от его линий.

В Италии применяется, кроме подобных же принудительных мер, еще и поощрительная: так, например, все гидроэлектрические станции, строящиеся после 1-го января 1919 года, получают ежегодную субсидию в течение 15-ти лет в размере 40 итальянских лир за лошадиную силу, если они предусматривают в значительной степени продажу и распределение энергии для сельско-хозяйственных целей.

Меры принуждения, применяемые по отношению к концессионерам, по существу приводят к скрытой форме налога на промышленных и городских абонентов в пользу сельских, как менее платежеспособных.

Тот же скрытый налог в пользу сельских потребителей можно видеть в Канаде, где в 1906 году муниципалитетами в штате Онтарио образована организация для использования гидроэлектрической энергии этого штата и которая развилась со сказочной быстротой. Начав в 1910 году с нагрузкой в 1 000 лошадиных сил, эта организация в 1924 году распределяла уже 750 000 лошадиных сил. В области сельской электрификации эта организация развила большую деятельность взяв на себя постройку и эксплоатацию линий передач к отдельным фермам и небольшим селениям. На 1 km. линии приходится около 2-х ферм. Несмотря на такую

разбросанность потребителей, организации удалось добиться значительной и разнообразной бытовой и технической нагрузки на Канадских фермах. Критики деятельности гидроэлектрического Комитета доказывают, что широкое развитие ею электроснабжения канадских ферм достигнуто отчасти за счет других потребителей.

Комитет имеет фонд, образованный из различных доходов, связанных с деятельностью его и служащий для развития сельской электрификации. Из этого фонда оплачивается половина стоимости высоковольтных линий и трансформаторы, питающие сельских потребителей. Остальную сумму потребители получают путем займа сроком на 20 лет из 5-ти %, оплата которого включена в стоимость энергии.

Деятельность муниципалитетов штатов Онтарио в Канаде дает наиболее выдающийся в мире пример финансирования сельской электрификации коммунальными предприятиями.

## 2. Финансовая поддержка со стороны частных обществ по электроснабжению.

Во многих странах, а в особенности в Соединенных Штатах Северной Америки, концентрация выработки электрической энергии на сверхмощных электрических станциях заходит так далеко, что страна покрывается сетями электропередач, охватывающими огромнейшие площади в сотни тысяч квадратных километров. В Соединенных Штатах Северной Америки огромные сети принадлежат мощным частным обществам, становящимся фактически монополистами электроснабжения в нескольких штатах. Они уже присоединили к своим сетям все города в своем районе и все промышленные предприятия, которым выгоднее покупать электрическую энергию, чем производить ее самим. Таким образом, чрезвычайно быстрый рост продажи энергии этими обществами в недалеком будущем прекратится, если не будут найдены новые потребители. Правда, названные общества всячески стараются увеличить потребление энергии своих нынешних абонентов, покровительствуя новым применениям электрической энергии и усиленно их пропагандируя (последние годы, например, таким путем быстро распространяются электрические холодильники в частных квартирах и торговых помещениях). Но одновременно эти общества стали серьезно заниматься

вопросом о возможности использования ферм и мелких селений в качестве абонентов, присоединенных к их огромным сетям. Здесь подход к сельской электрификации чисто коммерческий. Крупные общества будут помогать присоединению только тех сельских абонентов, которые хотя бы в будущем смогут им дать хороший доход. Естественно, что при таких условиях, прежде всего, стала развиваться сельская электрификация в таких местностях где, как, например, в Канаде, фермеры могли бы использовать электрическую энергию для искусственного орошения своих земель, частично путем замены электродвигателями двигателей внутреннего сгорания. Орошение дает очень удобную для электрических станций преимущественно ночную нагрузку и оправдывает довольно значительные расходы на проведение линий. Огромные предприятия по электроснабжению в Калифорнии уже давно берут на себя половину всех расходов по присоединению к сети каждого фермера, нуждающегося в искусственном орошении. Еще в 1924 году сельская электрификация (включая ирригацию) составляла 19% общей нагрузки одного из таких крупнейших обществ.

В других случаях дело обстоит значительно труднее. Тем не менее, в различных местностях Соединенных Штатов крупные общества ввели, более или менее, сложные системы финансирования развития сельских сетей. Конечно, прежде всего, сети проводятся там, где можно найти крупную нагрузку на единицу длины линий, т.-е. там, где имеются очень крупные хозяйства или там, где плотность населения сравнительна велика. В этом отношении очень сильно различаются даже части одного штата. Так, например, в штате Кентукки есть область, где фермы потребляют по 500 kWh в месяц и области, где месячное потребление электрической энергии фермой было бы в 10 раз меньше.

Обычно общества, как это видно по статьям в американском журнале Electrical World (например за 1927 год, № 2, стр 98) многие американские общества смотрят на развитие сельской электрификации, как на дело пионерское, которое в будущем может дать достаточный доход при развитии потребления энергии отдельными абонентами и для развития которого надо будет в первые годы итти на некоторые финансовые жертвы (убытки, конечно покроются за счет других абонентов). В журнале отмечается, что, по мнению некоторых фирм, не следует скупиться в расходах на

линии и обеспечить надежное электроснабжение без перерывов, что очень важно для применения электрической энергии в молочном хозяйстве и для инкубаторов. Маленькие фермы можно присоединить лишь там, где уже имеются более крупные потребители, говорится в одной из статей. По данным журнала, общества, развившие у себя сельскую электрификацию, имеют на каждую милю (1,5 km) от 3-х до 10-ти абонентов, при чем среднее годовое потребление абонентов у отдельных обществ только в одном случае было 190 kWh в год, а обычно превышают 300 — 400 kWh в год. Сравним эти цифры с такими же в государствах, где сельская электрификация развивается при поддержке государства, во Франции не более 100 kWh в год, а в Швеции — 200.

Мы видим, таким образом, что в Соединенных Штатах Северной Америки электрифицируются в настоящее время фермы со значительно более мощным хозяйством, чем в Европе. В 1926 году в С. Ш. А. было электрифицировано 7,8%. Электродвигателю приходится конкурировать с другими двигателями, которые имеют на американских фермах очень широкое распространение. Так, например, по данным вышеназванного журнала, на 47% ферм имеются стационарные двигатели (обычно внутреннего сгорания), 55% ферм имеют собственные автомобили и 64% ферм имеют телефоны. Последние две цифры характеризуют степень зажиточности и культурности фермеров и если, тем не менее, американские фермы электрифицированы все же только в исключительных случаях, это показывает насколько трудна задача. Вопросы сельской электрификации и в частности вопрос о рентабельности ее подвергается последние годы в С. Ш. А. серьезному изучению научному и опытному правительственными комиссиями с участием высших учебных заведений, научных обществ и электроснабжающих обществ. Общий размер возможного в будущем годового потребления электрической энергии американскими фермами оценивается в $18{,}7.10^9$ kWh.

Многие крупные общества в С. Ш. А. уже несколько лет применяют различные системы финансирования присоединений фермеров к своим линиям.

В штате Висконсин крупное электрическое общество несколько лет тому назад начало участвовать частично в расходах по присоединению ферм, способствуя также собиранию заемного капитала

с погашением в 25 лет, но в последнее время общество сделало следующий крупный шаг и приняло на себя все расходы по присоединению ферм, если стоимость этого присоединения не превышает 400 долларов. Фактически средний расход на присоединение одной фермы составляет 375 долларов. На обслуживаемой обществом территории имеются 40 000 ферм, из которых к началу 1926 года было присоединено 2 700 ферм. Работа по привлечению сельских абонентов поручено обществом инженеру-агроному.

Интересно отметить тариф, применяемый обществом в сельских местностях. При мощности трансформатора в 1½ kVA уплачивается месячная плата 5,5 долларов, при трансформаторе 3 kVA — 6 дол., 5 kVA — 6,6 доллара; сверх того во всех случаях плата по счетчику в размере 5 центов за первые 30 kWh в месяц и 3 цента за остальные. При месячном расходе в 200 kWh, 1 kWh стоит несколько выше 6 центов.

В 1926 году общество решило изменить систему тарификации и 22-го января 1926 года после публичного обсуждения новые условия были утверждены правительственной комиссией. Новый тариф отличается от прежнего уменьшением постоянной части его и увеличением переменной. За трансформатор в 1½ kVA вместо 5½ уплачивается 3 доллара, 3 kVA — вместо 6 — 4 доллара, 5 kVA вместо 6,6 — 5 долларов. Плата за 1 kWh, вместо первых 30 kWh в месяц по 5 центов оплачивается первые 50 kWh по 7 центов, ставка за последующие kWh прежняя — 3 цента. При 200 kWh в месяц прежний и новый тариф дают около 6 центов за 1 kWh в среднем при 100 kWh в месяц новый тариф дает 9 центов за 1 kWh, а старый 9,6, при 50 новый тариф дает 15, а старый 16,2.

Если несколько абонентов пользуются одним трансформатором, то каждый платит как будто бы он был один, но если абонентов больше 3-х, тариф понижается. Если оплата счетов происходит после 14 дней по предъявлении счета, то стоимость 1 kWh увеличивается во всех случаях на ½ цента. С введением нового тарифа, темп присоединения ферм усилился и за первые 6 месяцев со времени введения нового контракта присоединено 500 ферм. Новые присоединения приходятся в среднем по 2 на 1 km.

Анализ тарифа показывает, что пользование услугами названного электрического общества доступно только крупным фермам,

так как даже при очень большом потреблении — 600 kWh в год цена энергии составит в среднем 30 копеек за 1 kWh на наши деньги.

В одном из последних номеров журнала Electrical World (№ 2 за 1927 г.) среднее годовое потребление энергии одним абонентом в штате Висконсин определено в 500 kWh в год на ферму, а общее число сельских абонентов на первое января 1927 года 3.477, из которых 871 входит в организации кооперативного типа, распределяющие ток, а остальные приключены индивидуально.

Пример общества Висконсин является единственным, насколько нам известно, опубликованным примером финансирования присоединения на все 100% самим электроснабжающим обществом. Но в литературе можно найти много случаев, когда электроснабжающее общество участвует в более или менее значительной доле в расходах по устройству сельской сети и имеет для этого участия более или менее сложные системы финансирования. Приведем 2 примера таких систем, применяемых обществом Эдирондек в штате Нью-Иорк и обществом North Coast Power Co в Портланде. Первое из этих обществ имеет наибольшое число сельских абонентов на одно общество в Соединенных Штатах, а именно 14 045, со средним в 1926 году годовым потреблением 440 kWh на ферму. Это показывает, что применяемая обществом система оказалась жизненной.

Общество, прежде всего, разработало техническую часть вопроса и, выбрав наиболее подходящий тип оборудования, приняло среднюю стоимость электрификации охватываемого им сельскохозяйственного района в 1600 долларов на милю (2 000 рубл. на 1km). Для финансирования присоединения новых сельских абонентов общество установило систему, основанную на том, что каждая линия, чтобы стать рентабельной, должна давать некоторый минимальный доход, или, что то же, должна иметь некоторое минимальное использование. Общество предлагает абонентам гарантировать ежемесячную оплату некоторого минимального счета и, если он пожелает, оплатить часть расходов на присоединение для уменьшения размера ежемесячного минимума.

Общество считает, что средства, вложенные им в линии, должны приносить ежегодно 16%, из коих 8% составляют расходы по оплате и погашению капитала, а 8%, идет на амортизацию линии,

налоги и другие расходы по линии. Если абонент сам вложил деньги, то ему их погашать и оплачивать не приходится, а потому на ту часть капитала, которую вложит абонент, достаточно насчитывать лишь 8% на все расходы по линии. Исходя из этих предпосылок, общество высчитывает размер минимального счета нижеследующим образом:

Пусть А будет капитал, вложенный обществом и подлежащий оплате из 16% годовых, а Б — капитал, вложенный абонентом и подлежащий оплате из 8% годовых. Тогда К = А + Б будет полная стоимость присоединения. Годовой постоянный расход по капиталу будет:

$$Р = 0{,}16\ А + 0{,}08\ Б$$

Средняя продажная цена энергии 9 центов (18 копеек), а себестоимость 1 kWh, отпущенного в сельскую сеть и расцениваемого как добавочный, будет 1 цент (2 коп.). Тогда общество получает 9 — 1 = 8 центов (16 коп.) для оплаты расходов по капиталу.

Если разделить Р на 8, то мы получим минимальное число киловатт-часов, необходимых для оплаты годовых расходов по капиталу. Если же эту величину умножить на 9, мы получим минимальный годовой расход абонента на оплату электрической энергии, который мог бы оправдать расходы на присоединение.

Разделив это число на 12, получим минимальный месячный валовой доход, который общество должно получить от абонента, и оно требует от него гарантировать этот минимум месячной оплаты, который на основании вышеизложенного составит:

$$М = Р \times 9/8 : 12 \text{ или}$$
$$М = 0{,}015\ А + 0{,}0075\ Б$$

Присоединение делается обществом абоненту, который обяжется оплачивать не менее М в месяц. Максимальная величина этой месячной оплаты будет в случае, если абонент не пожелает вовсе участвовать в расходах по созданию линии и Б = 0, тогда М = 0,015 К.

Надо, однако, отметить, что если абонент согласится внести часть Б за линию, эти деньги являются депозитом на его имя, и он впоследствии сможет их полностью или частично вернуть. Это может иметь место в случае, если абонент, расширив свое потреб-

ление энергии, сможет гарантировать более высокий минимальный месячный счет, чем раньше. Новый счет соответствует тогда меньшей величине Б по вышеуказанной формуле, и абонент получает от общества часть своих денег обратно, или даже все. Другая возможность получить депозит обратно представляется в случае присоединения к линии другого абонента, на которого перекладывается часть расходов по всей линии, на указанных ниже основаниях. Все изменения в депозите производятся 31-го декабря каждого года и только в этот день.

Величина К (расход на присоединение абонента) зависит от числа абонентов С, приходящихся на одну милю линии. Средняя стоимость линии 1 600 долларов на милю, следовательно, средняя величина $К = 1\,600 : С$.

Если задаться числом С или обратным ему 1/С, называемым обществом «абонентным индексом», можно определить К и по нему вычислить для различных соотношений А и Б величину минимального счета М или, задавшись величиной Б, определить соответствующее М.

В основе договорных отношений абонентов сельских сетей с обществом лежит таблица, в которой указаны условия расчета с абонентом в зависимости от абонементного индекса.

Приводим из этой таблицы несколько примеров:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Абонементный индекс . . . | 0,167 | 0,167 | 0,334 | 0,334 | 0,334 |
| Абонентов на милю . . . . | 6 | 6 | 3 | 3 | 3 |
| Депозит абонента . . . . . | 0,0 | 133,0 | 0,00 | 267 | 553 |
| Минимальн. мес. счет в долл. | 4 | 3 | 8 | 6 | 4 |

Если, например, на милю приходится три абонента, то каждый из них может по желанию либо обязаться уплачивать ежемесячно за электрическую энергию не ниже 8 долларов и не вносить депозита, либо обязаться выплачивать не менее 6 долларов в месяц и внести в депозит 267 долларов либо, наконец, уменьшить свои ежемесячные обязательства до 4 долларов, внеся в депозит 533 доллара.

Рассмотрим теперь случай, когда депозит и обязательства могут быть уменьшены вследствие присоединения новых абонентов.

Пусть, например, абоненту А для присоединения к ближайшей линии надо провести 0,2 мили передачи. Тогда его индекс 0,2 и по вышеупомянутой таблице определится размер его обязательств.

Предположим теперь, что к той же линии присоединится абонент Б, находящийся на расстоянии 0,1 мили от фермы А; было бы несправедливо брать с абонента Б оплату лишь за 0,1 милю, так как он пользуется и участком в 0,2 мили абонента А. Поэтому, для определения справедливого индекса, берут средний и оба абонента должны считаться по индексу 0,15. Для первого абонента это уменьшает его обязательства, и ближайшего 31-го декабря он либо получает обратно соответствующую часть своего депозита, либо уменьшает свой гарантированный минимум оплаты в месяц.

Предположим теперь, что к концу линии у абонента Б присоединяется новый абонент С с индексом 0,3 мили. Если теперь поступить по предыдущему и расчитать средний индекс, то он будет равен 0,2, т. е. индекс для А и Б увеличился бы с 0,15 до 0,2, что, конечно, было бы несправедливо. Поэтому в данном случае абонент С считается начальным и несет расходы по полному своему индексу 0,3. Но если к нему присоединится абонент Д, с индексом меньшим, чем у С, то у последнего расходы уменьшатся, как это в свое время было с А при присоединении Б. Общее правило: если новый абонент может уменьшить индекс прежних, то берется средний, если же он индекса других абонентов уменьшить не может, то он считается начальным абонентом и платит по своему полному индексу.

В Портланде общество электроснабжения Nord Coast Power Co применяет нижеследующую систему финансирования присоединения к его сетям сельских потребителей.

Общество кладет в основу своей системы нижеследующий принцип: общество, как правило, может вкладывать в расширение сети такой капитал, отношение которого к ежегодному валовому доходу, приносимому расширенной частью, не больше, чем отношение капитала, вложенного обществом во всю свою распределительную сеть в целом, к ежегодному валовому доходу от этой сети.

Сельские линии требуют, обычно, значительно большего вложения капитала в первые годы их эксплоатации на единицу валового дохода, чем городские. Поэтому общество берет на себя проведение сельской линии лишь при условиях, что абоненты ее возместят обществу полностью все дополнительные расходы капитала, которые понесет общество до того времени, когда линия станет с точки зрения вышеуказанного принципа рентабельной,

т. е. будет давать валовой доход, соответствующий вложенному капиталу.

Общество оценивает расходы, связанные с излишним вложением капитала, в 22% годовых от этого излишка, считая в том числе 8% прямых расходов по капиталу (проценты и погашения), 1% налоги, 5% амортизации, 6% эксплоатационные расходы, 2% риск и непредвиденные расходы.

Общество предполагает вместо того, чтобы получить ежегодную дополнительную сумму от абонента, капитализировать его взнос, приняв условную продолжительность времени до достижения линией полной рентабельности и получить этот взнос единовременно при заключении контракта с сельским потребителем, или с группой таковых. Эти единовременные взносы расчитываются из 4% сложных и, таким образом, они естественно меньше, чем сумма подлежащих выплате ежегодных платежей.

Нижеследующая таблица дает возможность рассчитать единовременный взнос абонента, если известно, в течение скольких лет, какую сумму надо ежегодно возмещать обществу. Конечно, эта сумма по мере роста потребления линией падает, доходя до нуля ко времени достижения линией рентабельности. Поэтому общество считает средним годовым возмещением сумму, равную половине годового возмещения в течение первого года.

Если среднее годовое возмещение равно одному доллару, то при условии, что рентабельность линии будет достигнута через

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | лет, | абонент | должен | единовременно | внести | . . . . . | 4,452 | долл. | вместо | 5 |
| 8 | » | » | » | » | » | . . . . . | 6,762 | » | » | 8 |
| 10 | » | » | » | » | » | . . . . . | 8,111 | » | » | 10 |
| 15 | » | » | » | » | » | . . . . . | 11,118 | » | » | 15 |
| 18 | » | » | » | » | » | . . . . . | 12.65 | » | » | 18 |
| 20 | » | » | » | » | » | . . . . . | 13,59 | » | » | 20 |

Покажем теперь на конкретном примере, как расчитываются обязательства абонента.

Для примера взята линия, от которой будут питаться пять сельских абонентов. Стоимость их присоединения к сети общества составляет 510 долларов, а ожидаемый валовой доход в первый год—только 130 долларов. Между тем, капитал, вложенный в распределительную сеть, в целом общества составляет 100 000 долларов, и сеть в целом приносит в год валового дохода 50 000 дол-

ларов, т. е. отношение капитала к доходу—2 : 1. В нашем примере предполагается, что линия достигнет нормальной рентабельности через 10 лет и соответственно расчитываются взносы обществом.

Последний расчитывается следующим образом.

Нормальное вложение общества $130 \times 2 = 260$ долларов.

Излишнее вложение общества, если оно возьмет на себя постройку линии за свой счет составит 510—260=250 долларов.

Ежегодные расходы, связанные с этим излишком, составляют 22% от 250 долларов=55 долларов.

Средний годовой расход за 10 лет вдвое меньше—27,5 долларов.

Капитализируя его, согласно вышеприведенной таблице, получим $8{,}111 \times 27{,}5 = 223{,}05$ долларов. Эту сумму, при заключении договора, должны внести абоненты, чтобы общество взяло на себя их присоединение и снабжение затем по нормальному тарифу, без всяких добавок. Так как всех абонентов на линии 5, то в среднем, каждый из них должен внести $223{,}05 : 5 = 44{,}6$ долларов.

Мы видим, что в данном примере общество взяло на себя целиком 56,4% расходов по присоединению абонентов, а абоненты внесли 43,6% при чем на каждого из пяти абонентов пришлось по 8,73% полной стоимости.

## Основные выводы из опыта Запада.

1) Мы видели, что финансовой поддержкой пользуется на Западе почти исключительно электроснабжение деревень от существующих крупных станций, а не от собственных станций. При этом во многих случаях считают энергию отпущенную в сельские сети по пониженному тарифу, как добавочную энергию.

Нам необходимо этот пример Запада полностью использовать и выдвинуть лозунг: «Каждая электрическая станция на территории Союза, кому бы она ни принадлежала, обязана отдавать по пониженному тарифу часть своей энергии в сельские сети». А потому в программу ближайших работ по сельской электрификации должны быть включены в первую очередь работы по развитию сельских сетей вблизи существующих электрических станций везде, где это возможно.

Отдача в сельскую сеть в среднем 5% нынешней выработки существующих станций составит для СССР $150 - 200 \cdot 10^6$ kWh

в год, цифра для нынешнего масштаба сельской электрификации очень большая. Но такое небольшое повышение нагрузки станций в большинстве случаев может быть достигнуто без увеличения мощности станций, а потому энергия, отпущенная в сельскую сеть, может быть без всякого ущерба для станции калькулирована по цене топливной составляющей стоимости 1 kWh.

В наших условиях, при слабом развитии электрификации страны, использование существующих станций для сельской электрификации на большей части территории страны просто не осуществимо и потому, если в таких частях имеются подходящие условия для развития сельской электрификации, придется строить специальные сельские станции. Поэтому у нас придется финансировать не только сети, как и за-границей, но и станции. С точки зрения реконструкции нашего сельского хозяйства электрификация деревни представляет интерес только тогда, когда она содействует развитию сельскохозяйственной промышленности. Для заводов по переработке сельско-хозяйственных продуктов, если они достаточно велики, можно построить специальную электрическую станцию, дав ей мощность несколько превышающую ту, которая нужна для, завода и снабжать от нее сельскую сеть. В этих случаях станция при заводе будет играть ту же роль, которую мы возлагали на существующие станции: часть своей энергии, избыточную часть, по удовлетворении основного потребителя станция отдает в деревенскую сеть. Этот способ электрификации деревни должен быть одним из основных в наших условиях. Это случаи так называемых электрокомбинатов, основная цель которых создание сельскохозяйственной промышленности.

В тех частях нашего Союза, где применяется искусственное орошение, станция, специально выстроенная для целей орошения, может часть своей энергии дать в сельскую сеть. Во всех вышеназванных случаях отдается в сельскую сеть часть свободной электрической мощности. Но в СССР часто встречаются случаи, когда водяная мельница имеет некоторый избыток механической мощности в своих гидротехнических сооружениях. Тогда можно и должно использовать этот избыток для вращения электрического генератора и снабжения от него сельской сети. Опыт и статистика показывают, что такие станции, обычно карликовые, дают энергию деревне по наиболее дешевой цене. Причина заключается в том,

что они требуют очень небольшого добавочного вложения капитала и имеют столь небольшую мощность, что не возникает вопрос о сооружении дорого стоящих линий для передачи энергии в соседние села и снабжается только одно село.

Итак мы видим, что по существу и у нас, как и на Западе, сельские сети могут питаться энергией, как общее, правило только от силовой установки, имеющей в качестве основного потребителя город или промышленное предприятие и отдающей в сельскую сеть только избыток энергии.

Исключения, если к ним внимательно присмотреться, являются лишь подтверждением общего правила.

2) Мы видели, что на Западе финансируются, обычно, на льготных условиях не отдельные частные лица или общества. а крестьянские коллективы. Ни в коем случае сельская сеть не может выдерживать еще посредника между снабжающей станцией и ее потребителями, так как каждое посредствующее звено требует новых накладных расходов. Если к этому пришли на Западе, то тем более это важно применять у нас.

3) Мы видели, что основным финансовым мероприятием для поддержки сельской электрификации является создание специального фонда. Из фонда выдаются дотации и ссуды. Мы полагаем, что в наших условиях безвозвратные дотации выдавать не следует и надо ограничиться выдачей ссуд, но непременно очень льготных.

На Западе ссуды на сельскую электрификацию дают из 3—5%, сроком на 20—43 года. Мы полагали бы целесообразным у нас установить фонд сельской электрификации с выдачей ссуд из 4%, сроком на 25 лет.

Французский фонд имеет целью через определенный срок осуществить полную электрификацию сельских местностей Франции.

Хотя у нас такая задача несравненно более трудна и имела бы несравнимо больший масштаб, чем во Франции, мы все же могли бы себе эту задачу поставить, образовав фонд, который будет пополняться ежегодными вкладами по государственному бюджету определенной суммы, например 10 миллионов рублей в год и всеми суммами, которые будут поступать в оплату ссуды и процентов по ним. Через лет 35 общая сумма выданных ссуд достигла бы 1 миллиарда рублей, за каковую сумму если к ней при-

бавить вложение потребителей, можно было бы электрифицировать 7 миллионов дворов.

За границей из фондов даются ссуды, как правило, только на сети. У нас пришлось бы давать ссуды и тем электрическим станциям, которые нуждались бы для снабжения сельских сетей в увеличение своей мощности (предполагая, что сельскохозяйственная промышленность финансируется из другого фонда и оплачивает соответствующую мощность своей станции) и на электротехническое оборудование потребителей.

4) Мы видели, что за границей, во всех случаях, расходы по капиталу ежегодно равны, т. е. что проценты плюс погашение составляют одинаковую сумму ежегодно. При равномерном погашении расходы были бы особенно велики в первые годы, когда станции труднее оплачивать капитал и потому введена указанная система. Кроме того, часто оплата ссуды начинается только после трех лет со дня выдачи, т. е. после того, как установка выстроена и достигла нормальных условий эксплоатации. У нас следует перенять и то и другое, установив, что при ссуде сроком на 25 лет погашение производится в течение 22 лет после истечения трех лет и при том составляет вместе с процентами ежегодно одинаковую величину — 7,4 копеек на рубль долга.

Эта сумма ежегодного платежа (7,4%) учитывает, что капитал вкладывается постепенно во время постройки и что с другой стороны %% за первые 3 года увеличивают размер капитала, подлежащего погашению.

5) Стоимость сельского электростроительства у нас относительно значительно дороже, чем на Западе. Поэтому у нас еще больше, чем там, имеет значение отмеченное нами у американцев стремление стандартизировать элементы установок. При наличии фонда по сельской электрификации возможны плановые заказы на электротехническое оборудование и другие элементы установок, что, в свою очередь, позволило бы наладить серийное производство и достигнуть значительного удешевления.

6) Мы видели, что государственная поддержка сельской электрификации в странах Запада распространяется и на инструктирование населения, желающего проводить электрификацию деревни. В тех странах, где установлены фонды, выдача ссуд из них обуславливается предварительным представлением проектов в спе-

циальные компетентные органы, которые проверяют техническую и экономическую целесообразность проекта и предъявляют в этом отношении определенные требования. Кроме того, сельские установки в этих странах подлежат во время постройки и эксплоатации контролю со стороны соответствующих органов. В Скандинавских странах и во Франции имеется целая сеть правительственных органов, консультирующих и контролирующих сельские установки. Тем более это необходимо у нас.

7) При образовании фонда сельской электрификации у нас, следовало бы допускать конверсию за счет фонда прежних займов существующих сельских электрических установок в тех случаях, когда компетентная экспертиза докажет, что таким путем можно обеспечить рентабельность установки, по аналогии с практикой во Франции, отмеченной нами выше.

8) Мы отмечали, что государства, образовавшие у себя фонд для поддержки сельской электрификации. требуют обязательного участия в финансировании и самого населения в размере 25—30%. Этот принцип следует проводить и у нас, не только в целях уменьшения расходов по капиталу при эксплоатации установки, но и с целью отбора таких объектов для государственной поддержки, в осуществлении которых и правильной эксплоатации само население материально заинтересовано и проявляет достаточную активность.

9) Мы видели пример привлечения к финансированию сельской электрификации средств страховых и иных организаций в Швеции. Эту систему следовало бы применять и в СССР, путем привлечения к финансированию сельской электрификации средств Государственного Страхования, Сберегательных Касс, Кооперативного Страхования и др.

## Проект постановления съезда по докладу о финансировании сельской электрифации.

Съезд констатирует, что весьма серьезным препятствием к рациональному развитию электрификации деревни в СССР является отсутствие дешевого и долгосрочного кредитования сельских электрических установок и полагает:

1) что лучшим разрешением задачи финансирования сельской электрификации было бы образование для этой цели специального

фонда, который составлялся бы из ежегодных отчислений по государственному бюджету и в который возвращались бы ежегодные платежи по выданным из фонда ссудам, включая и проценты по ним;

2) что нормальными условиями выдачи ссуды из вышеозначенного фонда были бы: срок погашения—25 лет с начислением 4% годовых, при чем платежи по ссуде должны начинаться не раньше истечения 3-х лет со дня выдачи ссуды. Условия погашения ссуды должны обязательно предусматривать равномерный ежегодный платеж (погашение плюс проценты) по ссуде в течение 22 лет;

3) что ссуды из вышеозначенного фонда должны выдаваться в размере не свыше 75% полной стоимости осуществления проекта электрификации, включая и внутреннюю проводку, а также снабжение будущих абонентов токоприемниками. В подлежащих случаях должна быть из другого фонда одновременно выдана ссуда на приобретение тех механизмов, которые могут быть электрифицированы при осуществлении проекта;

4) что из фонда сельской электрификации должны были бы выдаваться ссуды существующим коммунальным и фабрично-заводским и транспортным электрическим станциям для их расширения с целью присоединения к ним сельских сетей, при чем в целях возможно широкого использования существующих электрических станций для электроснабжения деревни следовало бы в законодательном порядке обязать все станции отдавать некоторую часть своей выработки (например 5%) в сельские сети по цене, не превышающей более, чем в полтора раза, топливную слагающую себестоимости тепловых электрических станций и прямых расходов на 1 kWh гидравлических станций;

5) что из того же фонда могли бы выдаваться ссуды для конверсии прежних займов существующих сельских электрических установок в тех случаях, когда компетентная экспертиза докажет, что таким путем можно обеспечить рентабельность установки;

6) что необходимо установить порядок, при котором часть ссуды из фонда на сельское электростроительство могла бы выдаваться стандартизированным электрическим оборудованиям, при чем фонд выдавал бы заблаговременно серийный заказ на электротехнические оборудования с целью максимального его удешевления;

7) что управление фондом сельской электрификации и ежегодное распределение средств его должно производиться компетентной правительственной комиссией, которая допускала бы финансирование из фонда лишь таких объектов, которые имели бы вполне разработанный проект, признанный экспертизой технически и экономически рациональным;

8) что кроме образования фонда сельской электрификации следует принять меры к привлечению к финансированию сельской электрификации средств Сберегательных Касс, Государственного и Кооперативного Страхования и т. п. организаций.

---

**Цена — 35 коп.**

Для членов Съезда—скидка 50%.

Типография «Коминтерн» Центрального Издательства Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.349. Тираж 1.700 экз. 1⅝ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инж. Э. О. Фальк.*

## ЭЛЕКТРОФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЗА ГРАНИЦЕЙ.

### Вступление.

Настоящий доклад является кратким обзором состояния сельской электрификации за границей. Материалом для доклада служили, главным образом, работы двух Всемирных Конгрессов по энергетике (в Лондоне в 1924 г. и в Базеле в 1926 г.), равно как и статьи в иностранной периодической печати и отдельные монографии, вышедшие за границей за последние годы.

Вопросам сельско-хозяйственной промышленности рамки настоящего доклада не позволили уделить соответствующего внимания. Пришлось ограничиться исключительно практической стороной чисто сельско-хозяйственной электрификации, оставляя в стороне вопросы, не вышедшие пока за пределы лабораторной разработки.

Также не пришлось касаться ряда вопросов, связанных с сельской электрификацией, являющихся темой других докладов.

---

Меры встречающиеся в докладе

| | | |
|---|---|---|
| 1 английская миля | = около | 2,5 km |
| 1 акр | = » | 0,4 ha |
| 1 доллар = 100 центам | = » | 2 рубля |
| 1 шиллинг | = » | 48 коп. |
| 1 крона | = » | 50 коп. |
| 1 швейцарская крона=100 сантимам | = » | 37,5 коп. |

1 французский франк принят равным 10 коп. (в 1925 г.)

### Германия.

Согласно статистике 1925 г., общая площадь хозяйств в Германии равнялась 28 000 000 ha, с преобладанием мелких хозяйств (76%), средней площадью в 1,2 ha. Остальные 24% представляют собой средние и крупные хозяйства, являющиеся наиболее крупными потребителями энергии и владеющие собственными электро-двигателями, что не всегда имеет место в мелких хозяйствах.

Свыше 90% всех хозяйств электрифицировано и почти исключительно от районных станций.

Потребление энергии в 1925 г. выразилось круглой цифрой в 670 милл. kWh, что составляет 24 kWh на 1 ha.

Потребленная энергия распределяется следующим образом:

| Токоприемники | Присоединенная мощность kW | Средняя продолжительность пользования в год часы | Отпускаемая энергия в год kWh | Среднее годичное потребления энергии на гектар kWh |
|---|---|---|---|---|
| Освещение | 800 000 (соответств. 26 000 000 ламп. сред. мощн. в 30 W. | 280 | 224 000 000 | 8,0 |
| Электродвигатели | 4 000 000 | 90 | 360 000 000 | 12,9 |
| Утюги, плитки и другие применения в домашнем хозяйстве. | 300 000 | 150 | 45 000 000 | 1,6 |
| Картофелетушилки, аккумуляторы горячей воды, установки консервирования кормов, дождевание, почвенные фрезеры и т. д. | 50 000 | 800 (от 200 до 2000) | 40 000 000 | 1,43 |
| Итого | — | — | 669 000 000 | 23,93 |

Эти цифры не являются предельными; предполагают, что через 10 лет потребление энергии на освещение увеличится на 30 — 40%, на электродвигатели на 100 — 120% и что все виды нагревательных приборов найдут, особенно при условии дешевых ночных тарифов, самое широкое применение.

Если принять во внимание, что годичный коэффициент полезного действия в сельских установках в настоящее время равен 65%, то для сельского хозяйства в Германии в 1925 году было выработано 1 030 миллионов kWh, что представляет 9% всех произведенных станциями 13 миллиардов kWh. Авторитеты схо-

дятся на том, что через 10 лет эта цифра дойдет до 3,2—4 миллиардов kWh. Потребляемая энергия выразится тогда, при годичном коэффициенте полезного действия в 70%, цифрой в 2,25 — 2.8 миллиардов kWh, т. е. в 80—100 kWh на 1 ha.

Как уже указывалось, электроснабжение в Германии производится почти исключительно от районных станций трехфазным током от линий передач в 35 000—100 000 V и распределительных сетей в 3 000—20 000 V. Энергия подается токоприемникам по четырех-проводной системе и под напряжением в 220 или 380 V. В зависимости от мощности, трансформаторы устанавливаются в каменных будках или на столбах; для крупных молотилок или дождевания применяются передвижные трансформаторы. Сами трансформаторы расчитаны на перегрузку в 100% при работе в течение 500 часов в году, по 12 часов ежедневно, во время ежегодного максимума в сельских сетях в период молотьбы. Подача энергии от трансформатора к потребителям производится воздушными линиями. Особое внимание обращено на избежание возможности проникновения влаги в установки и разъедания последних едкими испарениями. Для этого проходные втулки защищены специальными крышками, сама же проводка в хлевах, конюшнях, с постоянно выделяющимися аммиачными испарениями, производится теперь специальным бронированным кабелем. Несмотря на сравнительно тяжелые материальные условия стремятся применять наилучшие материалы. Регулярно производятся осмотры установок и ведется широкая пропаганда в смысле осведомления населения о методах ухода за установками.

Отметим, что применявшиеся во время войны суррогаты и производившиеся тогда часто неопытным персоналом установки в значительной степени понизили пожарную безопасность таковых, что привлекло внимание всех заинтересованных кругов и привело к выработке правил и норм сельских сооружений и эксплоатации сельских установок, за соблюдением которых ведется оффициальный контроль.

Преимущества электрического освещения и его безопасность в пожарном отношении в сильной степени содействовали его широкому распространению.

Системы проводки в крестьянских домах ничем не отличаются от городских; осветительным установкам в хлевах и конюшнях,

равно как и в других помещениях, содержащих испарения и влагу, уделяют особое внимание. Обычно в таких помещениях лампочки устанавливаются на стене и проводка ведется кратчайшим путем. Ламповые патроны изготовляются исключительно из изолирующего вещества и лампы снабжаются герметической арматурой.

Остановимся на применяемых в Германии электродвигателях. Несмотря на сильную конкуренцию двигателей внутреннего сгорания и усовершенствованных паровых локомобилей, электродвигатели находят все более широкое применение, но достигнутое в этой области является лишь первым этапом широкой механизации сельско-хозяйственных процессов. В настоящее время в Германии стремятся применять по возможности тип универсального передвижного электродвигателя, могущего приводить в движение наибольшее количество имеющихся в хозяйстве машин. Появилось множество передвижных молотилок, электродвигателей на салазках, тачках и носилках, соединяемых с сетью с помощью хорошо разработанного гибкого кабеля. Наряду с достоинствами универсального двигателя отметим и тот крупный недостаток, что электродвигатель, мощность которого рассчитана для привода наиболее крупной в хозяйстве машины, часто работает с большой недогрузкой и, следовательно, с низким коэффициентом полезного действия, а при трехфазном токе к тому же с низким коэффициентом мощности.

Станции стараются гарантировать себя различными способами от больших безваттных потерь. Применяются счетчики безваттной энергии, предоставляются скидки в зависимости от улучшения коэффициента мощности и наибольшая мощность разрешаемого станцией электродвигателя ставится в зависимость от площади обработки. Допускаются: до 12 ha—3 kW, от 12 до 25 ha—4 kW, от 25 до 50 ha — 7 kW, и т. д. Станции содействуют применению, так называемых, компенсированных двигателей, работающих с коэффициентом мощности, равным единице. но пока еще стоимость этих двигателей высока и к тому же имеющийся на них коллектор усложняет уход за ними.

Другим средством уменьшения безваттных потерь является система, при которой при малых нагрузках асинхронный двигатель переключается с треугольника на звезду; он развивает при этом меньший пусковой момент, но потребляет меньше тока. Так, на-

пример, электродвигатель, развивающий при работе треугольником мощность в 19 kW при включении на звезду дает 9 kW для вращения менее мощных орудий, благодаря чему коэффициент мощности увеличивается с 0,62 до 0,9. Такая система очень распространена в Германии при двигателях для молотилок.

Все эти мероприятия, имеющие целью улучшение коэффициента мощности, отпали бы, если бы по возможности каждая сельскохозяйственная машина была снабжена своим электродвигателем. Германские станции поэтому усиленно пропагандируют увеличение числа двигателей хотя бы в крупных хозяйствах, как передвижных, так и стационарных, тем более, что такие машины, как насосы для водоснабжения, молочные сепараторы, маслобойки и т. д. должны быть снабжены отдельными стационарными двигателями. Подъемные устройства для сена, соломы и мешков с зерном большею частью также снабжены отдельными двигателями. То-же относится к насосам передвижного типа для жидких удобрений, к круглым пилам, к центробежным насосам для дождевания, у которых двигатель монтируется на тележке.

Отметим также тенденцию к уменьшению мощности электродвигателей. Это относится особенно к таким машинам, как триеры, маслобойки, сепараторы и т. д., для которых до сих пор применялись слишком большие двигатели.

При мощности до 2-х—3-х лошадиных сил применяются обычно двигатели с коротко замкнутым якорем. За последнее время сравнительно широкое распространение находят двигатели с переключением со звезды на треугольник, что дает возможность применять электродвигатели с коротко замкнутым ротором, мощностью до 4-х лошадиных сил. Выше этой мощности пусковой ток электродвигателя, включенного на звезду (холостой ход) переходит границы, допускаемые нормами, и в таких случаях применяют электродвигатели с контактными кольцами.

Из последних механических применений укажем на установки для дождевания, наиболее зарекомендовавшие себя для легких почв и доказавшие свою рентабельность, главным образом, в местностях с годичным выпаданием осадков меньшим 500 mm.

Отметим живой интерес к механической дойке, дающей, как значительную экономию персонала, так и более быстрый, чистый

и равномерный удой. За последний год эти приборы находят все более широкий сбыт.

Остановимся слегка на почвенных фрезерах, о которых не раз сообщалось в нашей литературе. Фрезера эти служат, главным образом, для мелких хозяйств, особенно для огородной культуры. Обычно применяются электродвигатели в 6 — 12 kW. Фрезер крошит и перемешивает почву, размельчая ее идеальным образом; фрезеры тем более удобны для мелких хозяйств, что двигатели для них питаются от сети низкого напряжения при помощи гибкого кабеля.

Пока применение электрических фрезеров находится в начальной стадии, но этой форме обработки почвы уделяется в Германии очень большое внимание; крупные электротехнические фирмы уже в течение ряда лет изучают фрезеры на своих опытных полях.

Обратное мы видим в отношении электропахоты. В 1910—12 г. они пользовались сравнительной популярностью, которая в настоящее время упала. Причины кроются в неудобстве подводки тока к лебедке, значительной дороговизне этих орудий и рентабельности их применений только на крупных участках. Там, где в Германии применяется механическая вспашка, она главным образом, производится паровыми плугами, автоплугами и тракторами.

Тепловые приборы начинают применяться лишь постепенно. Из домашних применений укажем на все более распространяющиеся утюги; понемногу, благодаря энергичной пропаганде станций, находят сбыт плитки и небольшие кухни; случаи электрического отопления весьма редки.

Электрические инкубаторы находят все большее применение, особенно с тех пор, как они начали снабжаться специальными аккумуляторами горячей воды, сохраняющими тепло в инкубаторах в случае выключения тока. Типовые инкубаторы изготовляются на 100 яиц; для крупного промышленного птицеводства существуют инкубаторы в несколько тысяч яиц.

За последние несколько лет печать уделяет особенное внимание тушилкам для корма, представляющим очень большой интерес как для сельского хозяйства, так и для станций. Аппараты эти строятся обычно на 50—200 l содержимого, мощность их от 750 до 2 600 W, продолжительность пользования от 2 000 до 3 000 часов

в год. Включаются они на ночь и выключаются утром автоматически; при условии дешевого ночного тарифа будущность этих устройств обеспечена. Об их значении для центральных станций можно судить по тому, что, если бы таким образом приготовлялся корм для 1/4 всех имеющихся в Германии свиней, отпускаемая для сельских нужд энергия увеличилась бы на 1 миллиард kWh. Эта добавочная энергия могла бы отпускаться станциями с 10 часов вечера до 6 часов утра. То же относится к аккумуляторам горячей воды, строящимся на 25—1 000 l и включающимся на ночь. При численности германского сельского населения, равной 20 миллионам жителей, потребление 2-х l горячей воды на душу в сутки дало бы 1,5 миллиарда kWh.

За последнее время выявляется тенденция к возможно полной электрификации молочных хозяйств, не только в смысле применения электродвигателей к различным машинам, но и использования электрической энергии во всех тепловых процессах. Это могло бы увеличить потребление энергии еще на 1 миллиард kWh.

Укажем еще на применение электрического тепла в приборах для дезинфекции зерна горячей водой. Приборы эти пока еще в состоянии разработки.

Большое значение придают вопросам электрического консервирования зеленых кормов. Современное положение Германии вызывает необходимость ограничения ввоза сельско-хозяйственных продуктов, в частности кормов, которых ежегодно до войны ввозилось на 1 миллиард марок. Для увеличения питательности кормов и сбережения их в течение всего года наилучшим средством, по мнению германских специалистов, является электрическое силосование. Оно начинает находить все большее распространение, главным образом в крупных хозяйствах.

Электроснабжение сельских районов осуществляется в Германии, главным образом, кооперативными товариществами, покупающими энергию оптом и распределяющими ее между своими членами в пределах обслуживаемых ими районов. Этим кооперативам государство кредита не предоставляет, но до войны они косвенно субсидировались тем, что импредоставлялись банковые кредиты на более выгодных условиях. Предполагают, что общее улучшение финансового положения Германии облегчит кредитование сельской электрификации.

Кооперативные товарищества являются собственниками всего электротехнического оборудования от трансформаторной подстанции, питающей район, до ввода к потребителю.

Тарифная политика станций направлена на увеличение потребления и одновременное выравнивание кривой нагрузки. Вместо оптового тарифа все большее распространение находит дифференциальный тариф. Вопрос о том, наскольско дифференциальный тариф повышает потребление энергии, выравнивая при этом одновременно график нагрузки, пока практически не решен и сможет быть выяснен лишь в ближайшие 2 эксплоатационных года.

Тарифы сильно колеблются в виду того, что стоимость установленного киловатта как станционного оборудования, так и распределительных сетей, значительно изменяется в зависимости от плотности населения и других местных условий. В густо населенных районах с развитой промышленностью тарифы ниже, чем в редко населенных, чисто сельско-хозяйственных местностях.

Пропаганда германских электрических станций в настоящее время имеет целью популяризацию кооперативных электродвигателей вплоть до самых мелких хозяйств и применения мелких двигателей с короткозамкнутым ротором для улучшения коэффициента мощности. Считают, что при условии массового, стандартизированного производства электротехнических изделий, в тесном сотрудничестве с сельско-хозяйственным машиностроением, эта цель сможет быть достигнута.

Укажем также на то, что Союз Германских Электротехников, совместно с Объединением Электрических Станций выработал ряд норм для создания типов токоприемников и установочных материалов, наиболее соответствующих повышенным требованиям надежности в примитивных условиях сельско-хозяйственной эксплоатации; дальнейшей разработке в этой области уделяется усиленное внимание.

## Швеция.

Из 6 миллионов населения Швеции $2^1/_2$ миллиона заняты сельским хозяйством. Суровость климата и недостаточная плодородность почвы вызвали значительную интенсификацию методов земледелия. Этим объясняется быстрый успех электрификации сельского хозяйства в этой стране.

Электрификация крупных земледельческих районов Швеции началась в 1909 г., когда в Южной Швеции кооперативными товариществами—наиболее характерной для страны формой организации—был электрифицирован крупный район при помощи гидроэлектрических станций. Одновременно, в Средней Швеции были построены крупные гидроэлектрические станции, давшие возможность предпринять электрификацию в еще большем масштабе.

Энергия, получаемая с этих станций, дала возможность довести до максиума электрификацию сельских районов в период войны (1915—1919 гг.), когда Швеция оказалась отрезанной от стран, снабжавших ее минеральным топливом. После войны процесс электрификации несколько замедляется.

Развитие электрификации может быть иллюстрировано следующими цифрами:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| В 1900 г. | было | электрифицировано | 2 000 | ha |
| » 1910 г. | » | » | 100 000 | » |
| » 1914 г. | » | » | 250 000 | » |
| » 1918 г. | » | » | 1 000 000 | » |
| » 1920 г. | » | » | 1 400 000 | » |
| » 1924 г. | » | » | 1 500 000 | » или около 40% всей удобной земли. |

Из имеющихся в Швеции 2 400 гидроэлектрических станций около 1 700 (70%) обслуживают исключительно или преимущественно сельские районы. Это мелкие станции, средней мощностью в 12 kW, при общей их мощности в 67 000 kW, представляют всего 5% мощности всех существующих в Швеции электрических станций, равнявшейся, согласно данных 1924 г.—1 286 000 kW. Мелкие гидроэлектрические станции сыграли роль пионеров в деле электрификации, широкая же сельская электрификация совершается в настоящее время, главным образом, районными станциями.

В общем, около 110 000 kW всей установленной генераторной мощности страны питают сельские районы.

Сельская электрификация Швеции, будучи вначале продолжением городской, производилась по системе одного высокого напряжения, имея на отходящих фидерах 10 000—20 000 V и 380 и 220 V от понизительных трансформаторов на самих фермах (мачтовые трансформаторы).

Эта система, как показал опыт других стран, оказалась нецелесообразной в сельских районах с широкоразбросанным населением. Многочисленные мачтовые трансформаторы должны быть в этом случае сконструированы на сравнительно высокое напряжение, совершенно не оправдываемое передаваемой на фермы вмощностью, что значительно удорожает стоимость сети. То-же относится к многочисленным ответвлениям от магистралей в 10 000—20 000 V. Ко всему этому присоединяется сложность эксплоатации таких длинных магистралей с многочисленными трансформаторами.

С течением времени в Швеции перешли поэтому к системе двух высоких напряжений, из которых одно является промежуточным. Обычно такое распределение энергии осуществляется системой линий, в которой первичное напряжение равно 10 000, 20 000 или 40 000 V, а промежуточное напряжение—3 000 или 1 500 V. Трансформаторы, дающие это промежуточное напряжение, устанавливаются в небольших деревянных или каменных будках. От этих трансформаторов линии идут к небольшим мачтовым трансформаторам, дающим напряжение в 220 или 380 V. Система 2-х высоких напряжений применяется только в районах с равномерно разбросанным населением.

В Северной Швеции, где фермы расположены в долинах узкой полосой в один или два километра ширины, разделенных лесистыми горными цепями, система одного высокого напряжения оказалась наиболее рациональной.

Описанные системы распределения применяются крупными районными станциями, из которых государственные играют главную роль, т. к. ими электрифицировано 550 000 ha удобной земли, что составляет около 36% всей электрифицированной площади.

Государственные станции обычно применяют систему распределения энергии линиями в 20 000/3 000/220 V.

Наряду с крупными районными станциями имеются, как нами было уже указано, многочисленные мелкие электрические гидростанции, радиусом действия приблизительно в 10 km.

В этих установках распределительное высокое напряжение колеблется от 1 000 до 20 000 V; в качестве низкого напряжения применяются 380 или 220 V.

Имеется также большое количество мелких станций, питающих одну лишь деревню или группу ферм напряжением в 220 или 2×220 V.

Крупнейшим недостатком шведских сельских сетей является крайнее разнообразие высоких напряжений (17 разных напряжений), колеблющихся от 500 до 30 000 V, с преобладанием 1 500 (13,2%), 10 000 (23,4%) и 3 000 (34,5%) V.

Низкие напряжения более однообразны, как это видно из следующей таблицы:

| Род тока | Низкое напряжение V | Электрифиц. площадь | |
|---|---|---|---|
| | | ha | в % всей электриф. площади |
| Постоянный ток . . . . | 110 2×220 | 77 800 | 5,1% |
| Переменный ток . . . | 110 220 | 684 500 | 44,5 |
| | 380 | 690 300 | 45,0 |
| | 500 | 83 500 | 5,4 |
| Всего . . . . | | 1 536 100 | 100% |

Разнообразие методов распределения и напряжений в Швеции объясняется отчасти спорадическим возникновением многочисленных мелких станций до войны, отчасти быстрым ростом электрификации в период войны, когда вопросам стандартизации уделялось мало внимания. За последние годы Королевский Комитет по электрификации произвел ряд исследований в целях стандартизации сельских установок, в результате которых был выработан ряд стандартов.

Для южных областей признана наиболее целесообразной система двух высоких напряжений; для северной Швеции—система одного высокого напряжения.

При системе двух высоких напряжений Королевским Комитетом электрификации рекомендуется в качестве промежуточного напряжения 3 000, а в густо населенных районах 1 500 V. В качестве низкого напряжения выбирается 220 V, при системе одного высокого напряжения рекомендуется в качестве низкого напряжения 380 V для питания небольших электродвигателей и освеще-

ния. Более крупные двигатели питаются непосредственно или же через специальные трансформаторы от линий высокого напряжения.

Число периодов тока в настоящее время также стандартизировано и равно 50, но встречаются еще установки в 25, 40 и 60 периодов.

Однофазный и двухфазный ток не применяются.

Электрическая энергия в сельских районах, прежде всего, начала применяться для освещения жилых помещений и хозяйственных построек.

Из домашних тепловых приборов в настоящее время применяются, главным образом, мелкие: утюги, плитки и т. п. Электрические кухни очень редки, вследствие дешевизны дров и недостаточной приспособленности этих приборов для шведских условий.

Наиболее важным применением являются электродвигатели. Мощность их колеблется в зависимости от района. В Южной и Центральной Швеции с преобладанием сельского хозяйства применяются крупные электродвигатели в 12—30 л. с. для молотьбы, камнедробилок, лесопилок и т. д. и мелкие для соломорезок, жмыходробилок, сортировок и проч.

Молотьба крупными двигателями и сложными молотилками производится часто на кооперативных началах, так называемыми «обществами молотьбы», что уменьшает как единовременный максимум нагрузки в период молотьбы, так и затраты на молотьбу. Обычно эти двигатели передвижного типа и включаются непосредственно на высокое напряжение.

Мощность мелких электродвигателей колеблется от ½ до 5 л. с. Применяются как переносные, так и стационарные типы установок

В северной Швеции земледелие уступает место лесному хозяйству. Преобладают мелкие хозяйства от 5 до 10 ha почему чисто сельско-хозяйственная нагрузка меньше, чем в других районах.

Для молотьбы применяют электродвигатели всего на 5—10 л. с. Эти же двигатели служат пря привода насосов и для других сельско-хозяйственных нужд. Однако, почти во всех фермах имеются двигатели в 25—30 л. сил для распиловки строительного леса.

Кроме вышеуказанных применений, электрическая энергия в шведском сельском хозяйстве применяется для зерноочистителей, сушилок для зерновых продуктов, подъемных устройств, транспорт

теров, а также для всех приборов в молочном хозяйстве, нагревания земли в парниках и т. д. Орошение и дождевание развиты слабо, главным образом вследствие дороговизны труб и разбрызгивателей.

Для осушки болот и наводняемых местностей насосы применяются с большим успехом, тем более, что для этих целей станции отпускают энергию по пониженному тарифу.

В состоянии опытов находятся пока такие применения, как искусственная сушка сена специальными вентиляторами и консервирование зеленых кормов.

Электропахота в Швеции применяется лишь в редких случаях, хотя ее экспериментальное изучение продолжается. Укажем на электроплуг инженера Форсблада, устроенный по типу трактора с непосредственным питанием двигателя гибким кабелем. Бензиновый трактор оказался для шведского крестьянина во всех отношениях более удобным.

В настоящее время большое внимание обращено на дальнейшую электрификацию многочисленных мелких лесопильных и деревообделочных заводов.

Общая мощность установленных в шведском сельском хозяйстве токоприемников равнялась в 1924 г. 260 000 kW; потребление энергии—122 000 000 kWh распределялась следующим образом:

| | Установлен. мощность kW | Потреблен. энергии kWh |
|---|---|---|
| Освещение и домашнее применение . . . | 80 000 | 36 000 000 |
| Сельско-хозяйственные электродвигатели . | 140 000 | 27 000 000 |
| Мелкая и кустарная промышленность . . | 40 000 | 23 000 000 |
| Потери мощности . . . . . | — | 36 000 000 |
| Итого . . . . | 260 000 | 122 000 000 |

Считают, что при полной электрификации сельского хозяйства и при существующих применениях годичное потребление дойдет до 400 000 000 kWh. В настоящее время годичное потребление составляет около 30% этого количества.

Приведем цифры потребления энергии на 1 ha удобной земли.

| | Южная и Центр. Швеция | | Северная Швеция | | Вся Швеция | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Установл. мощность W ha | Потребл. мощн. kWh ha | Установл. мощн. Wh ha | Потребл. мощн. kWh/ha | Установл. мощн. W/ha | Потребл. мощн. kWh/ha |
| Освещение и домашн. примен. . | 40 | 13 | 96 | 60 | 52 | 24 |
| Сельско-хозяйст. электродвигатели . . . . | 95 | 19 | 75 | 12 | 92 | 18 |
| Мелкая кустарная промышленность . . . | 25 | 14 | 30 | 18 | 26 | 15 |
| Потери в холост. | — | 21 | — | 35 | — | 24 |
| Итого . . . | 160 | 67 | 195 | 125 | 170 | 81 |

Таблица иллюстрирует разницу в потреблении энергии в северной и южной Швеции. На юге доминирует крупная техническая нагрузка, в то время, как освещение, вследствие сравнительной редкости населения (½—1 жителя на 1 ha удобной земли) потребляет меньше энергии. На севере население гуще (от 3—4 жителей на 1 ha удобной земли), а холодный климат и продолжительность ночей вызывают преобладание бытовой нагруки.

Электрификация сельского хозяйства в Швеции осуществляется, главным образом, кооперативами распределения энергии, покупающими оптом у районных станций. Обычно такие кооперативные организации энергию достают необходимые для сооружения ими же сетей суммы либо при помощи займа, либо при помощи членских взносов в товарищества. Иногда роль кооператива сводится исключительно к финансированию и к заключению договора со станцией, берущей на себя всю установку и эксплоатацию.

Станции, имея в виду сплошную электрификацию страны, стремятся к тому, чтобы каждый кооператив имел свой район действия и чтобы эти районы соприкасались друг с другом. При системе двух высоких напряжений районы действия отдельного кооператива обычно соответствуют району действия линии в 1 500 или 3 000 V, т. е. 3—8 km, или площади в 1 000—3 000 ha.

Во многих местах такое разделение на районы действия отсутствует. В таких случаях ток подводится станцией непосредственно до потребителя, при чем у последнего отпадает необходимость нахождения капитала, но зато ему, вследствие отсутствия объединения потребителей, приходится нередко соглашаться на несколько жесткие условия станции.

Общая тенденция выражается в пользу кооперативных товариществ, что кроме преимуществ для потребителя облегчает эксплоатационные расходы станции благодаря уменьшению числа непосредственных потребителей, столь трудно обслуживаемых в сельских районах.

Сельская электрификация в Швеции проведена с целым рядом недостатков и до настоящего времени не существует непосредственного государственного вмешательства в этом вопросе. Укажем все же, что Королевский Комитет по электрификации постановил в 1923 г. учредить Совет с информационными и консультативными функциями из представителей правительственных ведомств, электрических станций и потребителей энергии. Совет имеет целью направлять сельскую электрификацию по определенному плану в соответствии с общим планом электрификации страны.

Расходы по электрификации Шведского сельского хозяйства довольно значительны и распределяются следующим образом:

| | в Шведских кронах |
|---|---|
| Электрические станции и распределительные сети . ок. | 285 миллионов |
| Освещение . . . . . » | 35 » |
| Эл. двигатели и др. приборы » | 70 » |
| Итого ок. 390 миллионов шведск. крон. | |

Электрификация сельского хозяйства в Швеции проводилась главным образом, во время войны, в период всеобщего вздорожания. Из вышеприведенной суммы, 150 миллионов крон представляют собою задолженность, ложащуюся тяжелым бременем на фермеров. При нормальных же ценах расход на электрификацию не выходит за пределы бюджета шведского фермера.

Расходы по производству энергии, на основании данных крупных станций, выражаются в следующих средних цифрах за год:

4—6 крон на 1 ha за потребленную энергию
1—2 » » » на администрацию и содержание сети.
3—8 » » » на амортизацию и проценты на вложенный капитал.

В Швеции применяется как дифференциальный, так и оптовый тарифы. Но первый тип тарифа доминирует. Основная такса устанавливается по числу гектаров или за каждые 2 лампы. Средняя стоимость 1 kWh в 1923/24 г. на зажимах распределительных трансформаторов равнялась ок. 7 коп. У потребителей же эта цифра, в зависимости от стоимости местной сети, потерь в сети и плотности населения, в общем значительно повышалась и доходила до 13—26 коп. за 1 kWh. В 1924 г. государственными станциями установлены новые тарифы, могущие содействовать более интенсивному развитию электрификации.

## Норвегия.

Водные богатства Норвегии оцениваются в $10 . 10^6$ kW, т. е. в $80\,000 . 10^6$ kWh. ежедневно, что соответствует 30 000 kWh. на жителя.

Электрификация страны при помощи гидравлических станций за последние годы но развилась и к концу 1925 года число обслуживаемых электрической энергией жителей равнялось 1 900 000, т. е. 70% всего населения.

Из сельского населения электрической энергией снабжалось 1 060 000 жителей или 57% всего сельского населения.

Если принять во внимание слабую заселенность страны (8—9 жителей на 1 $km^2$), то электрическими станциями была проделана за последние 10 лет огромная и трудная работа.

Среднее потребление энергии на освещение в 1924 г. равнялось 1150 kWh (на городского и 580 kWh) на сельского жителя. Такие высокие цифры объясняются тарифной политикой норвежских гидроэлектрических станций, большинство которых для домашних применений и освещения отпускает энергию по установленной цене за киловатт в год и ограничивает потребление посредством особых токоограничителей. Уплачивая сумму в 100—300 крон, потребитель свободно пользуется энергией круглый год.

Эта система тарификации вызвала чрезвычайно большое развитие домашних применений электричества.

На основании данных за 1923 г. о 391 хозяйстве, расположенных в наиболее электрифицированных районах, можно судить о степени и характере применения электрической энергии.

Общая площадь этих хозяйств равнялась 8 200 ha; на каждое хозяйство в среднем приходилось 20,9 ha. Общее число жителей—3 800 человек. Общее годичное потребление энергии выразилось в 1 700 000 kWh при среднем потреблении на хозяйство в 4 300 kWh, в 450 kWh на жителя и 210 kWh на 1 ha. Из них 15—30 kWh на 1 ha удобной земли приходилось на техническую нагрузку, остальная энергия расходовалась на освещение и домашние применения.

В вышеуказанных хозяйствах было установлено 21 043 ламп, 45 кухонь, 30 духовых шкафов, 491 нагревательных плиток, 97 аккумуляторов горячей воды (бойлеры) и 382 утюгов. В среднем на хозяйство приходилось по 54 лампы. Кроме того, применялось значительное количество печей для комнатного отопления и мелких электродвигателей для сепараторов и маслобоек. Некоторые хозяйства начинают применять энергию для нагревания воды для скота, но пока это применение не вышло за пределы опытов. Все большее применение находят тушилки для корма скота, вместимостью от 70 до 250 l.

Стоимость энергии зависит от того, получается-ли последняя от станций, построенных до войны при низких ценах на материалы, или же за последние годы при высокой стоимости таковых.

Стоимость энергии для освещения и домашних применений в 1924 г. выразилась в следующих цифрах.

| Стоимость 1 kW в год для освещения и домашних применений. Шв. кроны | Число сельских жителей, уплачивающих по этому тарифу | % |
|---|---|---|
| 500—300 | 300 000 | 30% |
| 250—175 | 470 000 | 47% |
| 175— 90 | 225 000 | 23% |
| Итого . . . | 995 000 | 100% |

Из 391 хозяйства, 314 или 80% пользовались электродвигателями, из них 230 хозяйств имели собственные двигатели, а 100 хозяйств работало с эл.-двигателями на кооперативных началах.

Средняя мощность электродвигателей 230 хозяйств, являющихся собственностью последних, равнялась 8,0 kW, средняя мощность кооперативных двигателей, 9,2 kW. Большинство хозяйств, пользовавшихся собственными двигателями, владело одним двигателем, мощность которого определялась самой крупной в хозяйстве машиной (молотилкой, дробилкой, круглой пилой).

В 284 хозяйствах, или 73% обследованных хозяйств молотьба производилась электродвигателями; в 239 хозяйствах—или 61%—таким же образом производилась пилка дров. В некоторых хозяйствах электродвигатели применялись для распиловки строевого леса. В общем двигатели применяются для всех видов сельскохозяйственных машин.

За последние 3 года начинают находить значительное распространение автоматические насосы, мощностью в 0,2—2 kW.

Большие надежды возлагаются на оросительные установки, которые смогли бы использовать по удешевленному тарифу избыток энергии в весенний и летний периоды. Интересны опыты электрического нагревания земли в парниках, давшие благоприятные результаты.

Электрическое консервирование зеленых кормов пока мало распространено в Норвегии.

Электрическая пахота не применяется.

Среднее потребление энергии для технических целей в хозяйствах в 20 ha колеблется от 300 до 600 kWh.

Энергия для технической нагрузки отпускается большинством станций по счетчику, в среднем от 0,12 до 0,60 кроны за 1 kWh.

Большинство станций ограничивают время пользования электродвигателями.

Некоторые станции отпускают энергию для технической нагрузки по оптовому тарифу с числа гектаров (5—6 кроны за 1 ha), при годичной основной таксе в 15—40 крон за 1 kW или же за каждый установленный киловатт, без ограничения времени пользования, при гарантированном станции минимуме потребления. Энергия сверх этого минимума учитывается по счетчику.

Старые станции имеют возможность отпускать энергию на все виды потребления по ценам в 90 — 120 крон за установленный киловатт.

| Удобная земля ферм | Установленная мощность для освещения домашних применений и эл.-двигателей на фермах | | Средняя мощность электро-двигателей коллективного пользования | Средний годичный расход на электричество на фермах | | | Годичный расход на 1 kW | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Освещение и домашний применение | Эл.-двигат. на ферм. с собствен. двигателями | | Освещение и домашние применения | Эл.-двигат. принадлежащие ферме | Эл.-двигат. коллектив. пользования | Освещение и домашние применение с автомат. токоограничит. | Эл.-двигат. принадлежащие ферме | Эл.-двигат. коллектив. пользования |
| акры | kW | kW | kW | шиллинги | шиллинги | шиллинги | шиллинги | шиллинги | шиллинги |
| ниже 25 | 1,0 | 3,3 | 8,9 | 220 | 52 | 42 | 220 | 15,7 | 4,7 |
| 25— 50 | 1,34 | 7,2 | 8,8 | 347 | 100 | 63 | 256 | 13,9 | 7,2 |
| 50— 75 | 1,86 | 8,9 | 9,6 | 418 | 107 | 61 | 225 | 11,3 | 6,3 |
| 75—125 | 2,25 | 9,3 | 9,0 | 507 | 152 | 64 | 225 | 16,3 | 7,2 |
| свыше 125 | 3,70 | 10,9 | 14,0 | 815 | 196 | 66 | 220 | 18,1 | 4,5 |
| В среднем | 1,60 | 8,0 | 9,2 | 385 | 110 | 61 | 236 | 13,8 | 6,6 |

Меньшее потребление энергии в хозяйствах с коллективными двигателями объясняется тем, что они обычно применяются в течение ограниченного периода в году для крупных сезонных работ (молотьба и т. д.), в отличие от частных двигателей, применяемых круглый год для разных надобностей фермы.

Наибольший доход станции в настоящее время получают от домашней нагрузки, установки-же электродвигателями еще в недостаточной мере использованы.

Для общей характеристики электрификации сельского хозяйства в Норвегии, приводим следующую таблицу:

Электрификация сельского хозяйства в Норвегии, несмотря на достигнутые за последние 10 лет результаты, далеко не закончена; тенденция его развития идет в направлении более интенсивного применения электродвигателей в сельском хозяйстве.

## Дания.

В восьмидесятых годах прошлого столетия датские фермы, до того времени занимавшиеся исключительно земледелием, оказались вынужденными, вследствие невозможности конкурировать с американским хлебом, перейти на интенсивное молочное хозяйство и скотоводство. В настоящее время Дания заняла первое место в этих отраслях сельского хозяйства. Она, благодаря широкой электрификации и сильно развитым кооперативным организациям, при населении в 3 миллиона жителей, вывозит ежегодно 120 000 t масла, 190 000 t свинины и 800 миллионов яиц. В настоящее время в Дании нет ни одного крупного или среднего хозяйства, не пользующегося электрической энергией. Почти во всей стране раскинуты районные станции, сооруженные крестьянами на кооперативных началах для сельского электроснабжения.

Начало сельской электрификации в Дании относится к 1900 г. к периоду широкого распространения ветро-электрических станций. В 1905 г. группы небольших деревень начали строить небольшие станции постоянного тока, в связи с развитием молочных кооперативных хозяйств. В 1910 г. сельские кооперативы приступают к сооружению районных станций. С 1911 по 1921 г. число районных станций возросло с 2-х до 43-х, а число трансформаторов, установленных в сельском хозяйстве, увеличилось с 10-ти до 1 800. Число станций постоянного тока возросло с 1901 г. по 1921 г. с 1—2-х до 441. В настоящее время роль мелких станций падает.

По данным 1924 г, сельская электрификация охватывает $^1/_3$ всех ферм и сельских местностей, при 2,1 миллионах установленных ламп и мощности электродвигателей в 280 000 л. с.

Процессу сельской электрификации в сильной степени содействовал принятый в 1907 г. Датским парламентом закон, согласно которому сооружение линий высокого напряжения в частных владениях может быть санкционировано принудительным способом.

На районных станциях в Дании в настоящее время применяется исключительно 3-х фазный ток в 50 периодов.

Напряжения линий передач сельских сетей колеблются от 25 000 до 50 000 V, распределительные напряжения—от 2 000 до 20 000 V.

С целью большего расширения района действия трансформаторов в линиях допускают падение напряжения от 10—15 до 20%. Мощность трансформаторов при районе действия 1,75 — 2 km. колеблется от 15 до 50 kVA. Обычно трансформаторы устанавливаются в будках или в железных колоннах.

В качестве низкого напряжения применяется, обычно, 380/220 V, т. к. при первых сельских установках в начале этого столетия выяснилась необходимость повышения применявшегося тогда низкого напряжения.

Первые затруднения, вызванные применением напряжения в 380/220 V, выразились в необходимости защиты линий слабых токов, пришлось прибегнуть к частичной перестройки телефонных и телеграфных линий. При перекрещивании линий в 380/220 V с телефонными или телеграфными проводами, линии слабых токов располагают над линиями сильных токов так, чтобы заземленный нулевой провод, протянутый сверху, представлял бы достаточную защиту. Чтобы быть уверенным в том, что падающий телефонный провод при одновременном соприкосновении с нулевым и фазовым проводами, вызывает сгорание предохранителей на подстанции, пришлось увеличить сечение нулевого провода. Обычно, нулевому проводу дают то же сечение, что и фазовому, однако не больше 25 mm².

В среднем за последние 5 лет число смертных случаев в установках 380/220 V не превышало 6 человек в год.

В целях большей безопасности замена фарфоровых вставок с предохранителем производится монтером с земли при помощи специальной штанги. Провода низкого напряжения расположены не ближе 1,5 m от зданий и не ниже 2,5 m от крыш. Применяются исключительно материалы наилучшего качества.

Вследствие неблагоприятности климата Дании к электрическим установкам предъявляются очень строгие требования в отношении

изоляции. В сухих помещениях проводка производится в стальных трубках, в сырых применяются теперь освинцованные кабели с резиновой изоляцией, а соединительные муфточки заполняются пластичной изолирующей массой. Все установки в помещениях с легко воспламеняющимися веществами производятся бронированными, освинцованными кабелями. Аппаратура, применяемая в амбарах, сараях и т. д., водонепроницаема и герметически закрыта. Применяются герметические счетчики, предохранительные коробки, рычажные выключатели, ламповые арматуры.

Большинство электродвигателей, применяемых в сельском хозяйстве, переносного типа, с подводкой энергии при помощи вулканизированного кабеля.

В помещениях с воспламеняющимися веществами применяются электродвигатели специальной конструкции. При наружных установках двигатели помещаются в специальные защитные ящики из листового железа или выложенные азбестом.

За последние 5 лет вместо электродвигателей с контактными кольцами самое широкое распространение находят короткозамкнутые двигатели с переключением со звезды на треугольник. Этим было достигнуто то, что вместо прежде применявшихся на ферме двух двигателей, применяется всего один. При небольшой нагрузке двигатель работает звездой, при большой — треугольником. Двигатели принято не заземлять. Вместо этого стремятся довести до максимума надежность конструкции сетей, электродвигателей и приборов, так, чтобы возможность соприкосновения с токоведущими частями была сведена до минимума.

В Дании большинство сельских станций являются кооперативными предприятиями.

В 1900 г. в Дании сформировались первые кооперативные товарищества электроснабжения, характерные особенности которых состояли в том, что: 1) все члены кооператива отвечают друг за друга, 2) каждый член пользуется всего одним голосом, независимо от числа паев, 3) все члены кооператива получают энергию на одинаковых условиях.

При ручательстве общины за кооперативное товарищество, условия предоставляемого ему кредита значительно выгоднее. Проценты снижаются на $^1/_2 — 1\%$.

Кооператив предоставляет весь капитал, необходимый для постройки центральных станций, сетей и для домашних установок.

Наряду с широко развивающейся сетью кооперативов сельского электроснабжения, с 1912 г. начали для той же цели организовываться крупные акционерные компании, капиталы которых составляются из вкладов многочисленных мелких кооперативов, муниципалитетов и частных лиц. Значительное преимущество таких организаций состоит в том, что собственниками станций являются сами потребители энергии, заинтересованные поэтому в процветании своих предприятий.

Наряду с этими формами организации существуют еще муниципальные и частные компании, заключающие с фермами концессии сроком по 20 — 30 лет.

В датских сельских районах применяется тариф, согласно которому потребители уплачивают ежегодно основную таксу, в зависимости от местных условий, плюс сумму по количеству потребляемых киловатт-часов. Тарифы сильно колеблются, в зависимости от условий, в которых была построена станция (вздорожание во время войны), а также от ежегодных изменений цен на топливо.

В качестве ориентировочных цифр укажем на следующие стоимости:

| | | | |
|---|---|---|---|
| освещение | за 1 kWh . . . . . | 0,60 — 1,00 | кроны |
| электродвигатели | » » . . . . . | 0,30 — 0,60 | » |
| электрические кухни | » » . . . . . | 0,15 — | » |

Отметим низкий тариф на электрические кухни, имеющий целью более широкое их распространение.

Потребление энергии в датском сельском хозяйстве колеблется в зависимоси от района.

Так, например, годичное потребление на освещение фермы колеблется согласно данным 1923 г., от 73,6 до 89,7 kWh; потребление энергии электродвигателями колеблется на 1 ha от 7,6 до 27,7 kWh. Число часов использования на лампу в год равно 190, а на установленную лошадиную силу 60.

## Франция.

Уже 15 лет тому назад вопросы сельской электрификации начали дебатироваться во Франции. Кампания в пользу сельской электрификации усилилась к концу войны, вследствие острого недостатка в рабочей силе и необходимости интенсификации сельского хозяйства. С этого момента электрификация сельского хозяйства идет быстрым темпом.

В 1924 г. в Лионе состоялся первый французский Конгресс по сельской электрификации, созванный по инициативе Федерации Коллективов Сельской Электрификации — организации, охватывающей представителей правительства, сельского хозяйства и электро-технической промышленности.

Важность проблемы сельской электрификации во Франции определяется тем, что 42% всей территории занято сельским хозяйством и что электрификация должна охватывать больше 10 000 000 ha удобной земли.

Общая электрификация Франции при помощи гидравлических станций осуществляется в настоящее время сравнительно быстрым темпом, однако, из водных богатств, определяемых в 9 миллионов лошадиных сил, используются пока всего 1,5 миллионов л. с. Осуществление широкого проекта электрификации железных дорог, усилившееся после войны, содействует успеху сельско-хозяйственной электрификации, т. к. магистрали для питания железнодорожной сети являются одновременно мощными артериями для электрификации сельского хозяйства.

Однако, проблема электрификации сельского хозяйства наталкивается на большие трудности финансового характера, так как разрешение ее потребует нескольких миллиардов франков.

В настоящее время из 38 964 коммун Франции электрифицированы 6 137. Разрабатываемые проекты захватывают 12 223 коммуны, так что в процесс электрификации вовлечена половина коммун.

Сельское электроснабжение производится обычно 3-х фазным током от районных станций. Число мелких станций для питания сельских местностей весьма незначительно.

Для питания районов с крупными сельскими поселками распределение энергии производится системой одного высокого напряжения. В районах с разбросанным сельским населением, отдален-

ными фермами и хуторами все большее применение находит система 2-х высоких напряжений, из которых одно является промежуточным.

Применяемое высокое напряжение в общем колеблется от 5 500 до 15 000 V. В качестве низкого напряжения мы встречаемся с системами в 115/200, 220/380 и 230/400 V.

Повышение низкого напряжения объясняется значительным вздорожанием меди, являющейся во Франции предметом импорта. Вопрос о предпочтительности того или иного низкого напряжения живо дебатировался; повышение напряжения получило официальную санкцию; общая тенденция вырисовывается в пользу применения системы 220/380 V.

В связи с повышением низкого напряжения поднят вопрос о квалификации установщиков. Лионский конгресс выдвинул требование обязательности соответствующего диплома у лиц, производящих сельские установки.

В качестве материала для сетей применяется медь; железные и алюминиевые провода встречаются редко, хотя их применению в литературе уделяют значительное внимание.

Для магистралей высокого напряжения применяются железные или железобетонные мачты. Линии низкого напряжения обычно ведутся на деревянных столбах, преимущественно пропитанных креозотом, основание которых погружено в железный или бетонный цоколь.

При конструировании трансформаторов стремятся к наибольшему уменьшению потерь в железе и к надежной работе их с перегрузкой в часы максимума. Заметна тенденция к установке двух трансформаторов: одного светового, постоянно включенного и другого — для электродвигателей, включаемого только на время пользования последним самим абонентом.

Укажем на разработку типов трансформаторов с автоматическим включением и выключением по мере возрастания и убывания нагрузки.

Трансформаторы обычно устанавливаются в кирпичных или бетонных разборных будках, или в железных колоннах. Для мелких мощностей установка делается на столбах и включение обычно производится при помощи мачтовых выключателей с механическим приводом от земли.

Во Франции распространены все виды обычных сельскохозяйственных применений электрической энергии, причем особый интерес уделяется электропахоте.

В связи с электрификацией наблюдается возрождение кустарной промышленности в некоторых районах страны.

В настоящее время главное внимание французских специалистов направлено на разрешение двух капитальных проблем: усовершенствование оборудования для электрификации сельского хозяйства, с одной стороны, и финансирования сельскохозяйственной электрификации, с другой стороны.

Многое сделано в области конструкции электротехничеекого оборудования на ферме. Усиленно дебатируется вопрос о применении одиночных и групповых приводов, переносных и стационарных электродвигателей. Особенное внимание уделяется вопросу стандартизации электродвигателей и сельскохозяйственных машин, которая несомненно облегчит электрификацию сельского хозяйства.

Разрабатываются стандарнтые типы приспособленных для сельскохозяйственных нужд электродвигателей небольших мощностей (1—10 л. с.).

Продолжается дальнейшая разработка конструкций крупных двигателей (до 250 л. с.) высокого напряжения, применяемых во Франции для электропахоты.

Вопрос об электропахоте, несмотря на огромные технические трудности во Франции, в настоящее время, повидимому, разрешен. Конечно, до сих пор не разработан окончательный тип электроплуга, но опыты 10-ти летнего применения электропахоты оказались достаточно показательными, чтобы вызвать образование специальных отделов электропахоты при станциях Парижского района, эксплоатирующих в настоящее время пять электроплугов, которые в первый год обработали 1 000 ha земли. Намечается тенденция к пользованию 3-мя или 4-мя лемешными балансирными плугами, передвигающимися при помощи двух лебедок со скоростью в 4—5 km в час при глубине вспашки 30 cm. Применяющиеся в Парижском районе электроплуги с лебедками в 125—200 л. с. весом в 14—15 t. относятся к этому типу.

При хорошо квалифицированонм персонале в 5 человек такой электроплуг свободно производит вспашку 5 ha в день при глубине в 30 cm.

Производительность таких плугов: 600-1000 ha в год.

При отсутствии во Франции хозяйств таких размеров, эксплоатация электроплугов вышеописанного типа выгодна лишь при условии обработки целой группы ферм. Эксплоатация может вестись или предпринимателем-собственником плуга, или же на кооперативных началах.

Об успехе электропахоты можно судить по данным департаментов Seine et Oise: 1925 г. в этих департаментах существовало 6 электроплугов, в 1926 г.—16, с площадью обработки в 5—6 000 гектаров.

На юге Франции эксплоатируются плуги с лебедками в 35 или 10 л. с., на менее значительных участках.

Дальнейшее развитие электропахоты находится в зависимости от удешевления электроплугов и от разрешения вопроса о финансировании.

Значительный интерес к себе начинают привлекать мелиоративные установки. Благодаря применяемой на юго-востоке Франции электрификации оросительных установок, удалось превратить некоторые почти бесплодные места в цветущие местности. Однако, за небольшими исключениями, оросительные установки применяются пока главным образом, в огородной культуре.

Осушительных установок во Франции нет, но будущее у них большое.

Сельская электрификация во Франции осуществляется следующими организациями.

1) Кооперативными товариществами, сыгравшими роль пионеров сельского электроснабжения, но в настоящее время устаревшими, т. к. они по своему уставу не имеют права снабжать энергией не членов кооператива.

2) Обществами коллективной сельскохозяйственной пользы, отличающимися от кооператива тем, что имеют право отпускать энергию не членам общества.

3) Объединениями общин. Это наиболее распространенная в настоящее время форма. Остановимся вкратце на этой организации.

В принципе такие объединения могут охватывать общины нескольких департаментов. Для организации их, мэры заинтересованных общин входят в переговоры с земской службой, в целях

оформления временного объединения для выработки проекта. По совместной инициативе инженера земской службы, председателя временного объединения общин и главного инженера контроля распределения энергии, созывается совещание для обсуждения рентабельности будущей установки. В случае окупаемости, разработка детального проекта поручается земской службе или компетентному специалисту, по указанию объединения общин. Проект, вместе с протоколом совещания и ходатайством о государственном кредите, подается главным земским инженером в департамент Земледелия. Объединения общин могут или эксплоатировать монопольно сооружаемые ими сети, или сдавать их в концесию.

При монопольной эксплоатации, правление и директор назначаются мэрами коммун и утверждаются префектом. Директор несет полную ответственность за эксплоатацию. Правлению принадлежит право контроля деятельности директора, руководства общей организацией и разрешения вопросов личного состава, утверждения торгов, расходов на крупный ремонт, установки тарифа и утверждения бюджета. Правление подлежит контролю мэров, которым сообщается все его постановления.

Концесия сдается на срок. Концесионер, учитывая возможность прибыли, берет на себя риск дефицита в первые годы эксплоатации. Обычными концессионерами являются общества, эксплоатирующие городскую сеть, для которых сельская сеть является лишь расширением их главной сферы эксплоатации.

При монопольной эксплоатации объединению общин приходится содержать административно-технический аппарат, что значительно удорожает эксплоатацию по сравнению с концессионной формой.

4) Государством и департаментами. Последние оказывают непосредственное содействие лишь при сооружении главных магистралей для подачи и распределения энергии, питающей сельские сети.

В отношении же сельских сетей их помощь выражается в финансировании объединений, сооружающих сети, а также в административно-техническом руководстве со стороны корпуса земских инженеров.

Французские статистические данные 1925—26 г., касающиеся потребления энергии в сельском хозяйстве в первыд два года эксплоатации сети, выражаются в следующих цифрах:

Первый год эксплоатации:

освещение 4—13 kWh. на жителя в год.

электродвигатели 0,1—7,5 kWh на жителя или 0,3—2,0 kWh/ha в год.

Второй год эксплоатации дает увеличение потребления для электродвигателей до 1,5—9,0 kWh на жителя.

Процент осветительных абонентов, по отношению к общему числу жителей, равен в среднем 10% с технической негрузкой—1%.

Число часов использования установленной мощности колеблется:

для освещения от 60—600 часов.

Для электродвигателей от 40—380 часов в год.

Цифры потребления наиболее элктрифицированных районов в Эльзасе и Лотарингии дают:

освещение 7,8—10,5 kWh. на жителя в год.

электродвигатели 1,5—2,7 „ „

В сельских районах Франции применяются как тарифы по счетчику, так и оптовый тариф.

Оптовые тарифы практикуются преимущественно гидроэлектрическими станциями.

Вследствие преобладания паровых станций, наиболее распространены тарифы по счетчику, из которых большой популярностью пользуется дифференциальный тариф.

Некоторые станции гарантируют себя введением в договор с абонентом пункта о минимуме потребления энергии, и оплате безваттных токов. Согласно законам, тариф может быть изменен в зависимости от колебания цен на уголь и на рабочую силу.

Цены на энергию, согласно данным 1925 года, колебались в следующих пределах:

Освещение: стоимость 1 kWh, 1,25—2,50 франка, чаще всего 2 франка по простому тарифу.

По дифференциальному тарифу: освещение:—основная такса 1,3-3,60 франка за установленный киловатт и 0,50—0,70 франка за 1 kWh; для электродвигателей основная такса 0,80—1,68 франка.

Все тарифы страдают одним недостатком: они не создают выгодных условий для применения мелких электродвигателей и таким образом, задерживают рост их применения, сравнительно

выгодные тарифы приходятся на долю крупных потребителей.

В целях оказания влияния на органы, отпускающие энергию, в некоторых департаментах Франции в настоящее время организованы комитеты защиты интересов потребителей.

## Швейцария.

Швейцария занимает площадь в 4 129 493 ha, из которых 2 297 669 ha использованы для земледелия и скотоводства. При населении 3 880 320 душ, по статистике 1920 г., около 1 миллиона занято сельским хозяйством. С 1860 г. наблюдается неуклонный отлив сельского населения в города.

В Швейцарии преобладают мелкие и средние хозяйства; хозяйств, площадью до 3 ha—около 40%, площадью от 3 до 30 ha 54%; площадь наиболее крупных хозяйств равняется 30—70 ha. Средняя площадь швейцарского хозяйства равна 8 ha. Этим определяется характер электрификации сельского хозяйства в Швейцарии: при большом числе потребителей, расход энергии, особенно для технической нагрузки, относительно незначителен.

Развитие сельской электрификации в Швейцарии объясняется двумя факторами:

1) Быстрым ростом числа гидроэлектрических станций за период 1890—1914 г.; при сравнительно небольшом развитии крупной промышленности, сельская нагрузка представляла с точки зрения рентабельности определенный интерес.

2) Значительным ростом гидроэлектрификации за время войны.

К концу 1923 г. в Швейцарии насчитывалось 102 станции, мощностью свыше 500 kW каждая, общая мощность которых равнялась 874 000 kW, обслуживавших 3 020 населенных местностей. Выработанная в 1923 г. энергия равнялась $1\,740 . 10^6$ kWh, из которых лишь незначительная часть—$50 . 10^6$ kWh, потреблялась сельским хозяйством. Среднее потребление энергии на душу (за вычетом энергии, применяемой для транспорта и промышленности) в Швейцарии равно 450 kWh, средняя установленная мощность на душу 400 W.

Сельское население Швейцарии распределяется или крупными поселками, жители которых заняты одновременно в сельском хозяйстве и в промышленности, или по широко разбросанным, редко населенным районам. Сообразно с этим в первом случае

распределение энергии производится по типу промышленных районов, во-вторых прибегают к системе 2-х высоких напряжений.

Рентабельность сетей, обслуживающих крупные поселения, достигается доходами с эксплоатации. В районах с редким населением приходится прибегать к субсидиям.

По данным статистики, в Швейцарии встречается большое разнообразие высоких и низких напряжений. В настоящее время напряжения стандартизируются—вводятся 8 высоких (вместо существующих 27) и 4 низких напряжения (вместо 21).

Обычно применяющиеся в сельском хозяйстве распределительные напряжения колеблятся между 2 000—20 000 V. При питании мелких городов, крупных деревень, сел и густонаселенных сельских местностей применяется одно распределительное напряжение; в редко заселенных местностях и мелких деревушках, хуторах, отдельных фермах прибегают к промежуточному высокому напряжению. При этой системе сеть высокого напряжения питает трансформаторы, дающие чаще всего промежуточное напряжение в 500, а в некоторых случаях, до 3 000 V, для питания по 3-х или 4-х проводной системе хуторов, отдаленных ферм и т. д., которые при помощи установленных в них трансформаторов получают низкое напряжение. Трансформаторы, дающие промежуточное напряжение в 500 V, дают одновременно при помощи добавочного зажима нужное на месте низкое напряжение.

Электродвигатели и крупные токоприемники присоединяются непосредственно к линиям в 500 V, освещение питается от мелких трансформаторов, мощность которых колеблется от 500 W до 10 kW.

Благодаря описанной системе распределения удалось электрифицировать со сравнительно небольшими затратами значительные районы с редким населением.

Современное состояние применения электрической энергии в сельском хозяйстве Швейцарии характеризуется следующими данными:

Общее потребление энергии в сельском хозяйстве—$60 . 10^6$ kWh или 50 kWh на душу. Эти $50 . 10^6$ kWh составляют лишь 3% потребляемой в Швейцарии энергии.

Потребляемые $50 . 10^6$ kWh расходовались следующим образом:

| Форма потребления | Число токоприемников | | Потребление в kWh | | Потребление в kWh на душ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1924 г. | 1913 г. | 1924 г. | 1913 г. | 1924 г. |
| Лампы . . . . . | 2 070 000 | 700 000 | 19 000 000 | 5 000 000 | 19 |
| Эл.-двигатели . . . . | 50 000 | 9 000 | 14 000 000 | 3 000 000 | 14 |
| Утюги . . . . . | 100 000 | 16 000 | 5 000 000 | 800 000 | 5 |
| Кухни и плитки . . . | 4 200 | 350 | 6 000 000 | 400 000 | 6 |
| Другие тепловые приборы . . . . . | 6 000 | 700 | 6 000 000 | 300 000 | 6 |

Поражает громадный прогресс по сравнению с 1913 г.

Из вышеприведенной таблицы, данные, взятые по отношению к имеющимся в Швейцарии 250 000 хозяйствам, дают следующие цифры: на каждое хозяйство приходится в среднем по 4 лампы, на каждые 5 хозяйств приходится по одному электродвигателю, на каждые 2—3 хозяйства приходится по одному утюгу.

При трудностях, связанных с электроснабжением разбросанного в горах редкого населения, эти цифры довольно высоки.

В начальной стадии находится применение приборов для варки и отопления. Передача требуемых для них больших мощностей представляет при многочисленных и длинных сетях крупные затруднения. Несколько более распространены аккумуляторы горячей воды и тушилки для корма.

Укажем также на все возрастающее применение электрической энергии в крупных молочных хозяйствах и сыроварнях в виде электродвигателей, термостатов, сушилок, шкафов для брожения, сепараторов, маслобоек.

Начало электрификации сельского хозяйства относится к 1892—1893 гг., ко времени распространения осветительных установок.

Первоначально внутренняя проводка производилась изолированным проводом на фарфоровых роликах или фарфоровых зажимах. В настоящее время в сухих, свободных от кислот и аммиака помещениях проводка ведется в освинцованных железных трубках. В хлевах и сырых помещениях проводка производится освинцованным кабелем или же изолированным проводом в стальных бронированных трубках. Применяются обычно лампы в 20—30 W.

Потребление энергии для электродвигателей в швейцарском сельском хозяйстве пока сравнительно ограничено. Число электрифицированных машин ограничено и средняя мощность их равна около 4-х л. с. на хозяйство. Наиболее мощные двигатели установлены при сложных молотилках, применяемых, главным образом, на кооперативных началах, а также в насосных установках на полях орошения. В крупных хозяйствах нередко встречается по несколько двигателей, но максимальная мощность их трудно поддается определению.

Отметим попутно использование в Швейцарии тракторных двигателей для молотилок. Во время войны тракторы ввозились из-за границы, в настоящее же время они производятся на месте. Мощность их равна 8—20 л. с. Применяются также паровые молотилки, почти исключительно на кооперативных началах. По данным статистики в 1920 г. существовало 270 кооперативов для паровой молотьбы, однако, в настоящее время условия благоприятствуют переходу к электрической энергии, при чем электродвигатели могли бы быть использованы и для других сельскохозяйственных работ.

Продолжительность пользования электродвигателями в швейцарском сельском хозяйстве колеблется от 100 до 400 часов. По данным обследования 160 хозяйств средняя продолжительность пользования ими равна 377 час. в год.

Помимо обычных сельскохозяйственных работ, электродвигатели находят применение в Швейцарии для обслуживания насосов высокого давления, орошающих поля жидким удобрением, посредством особой системы труб, а также для подъемников, для переработки фруктов, овощей и т. д. В настоящее время всего 25% хозяйств пользуются электродвигателями, при этом использование ограничивается незначительным количеством механизированных рабочих процессов.

Как мы уже указывали, некоторое распространение находят тепловые приборы: утюги, тушилки для корма (на 50—100 l), аккумуляторы горячей воды (на 30—75 l), кухни, плитки, аппараты для стерилизации фруктов и овощей, сушилки, инкубаторы (на 30—125 яиц), котлы для нагревания и переработки молока, для сыроварения и холодильные установки в молочных хозяйствах.

Заметен интерес к таким новейшим применениям, как электрическая дойка, промышленная стерилизация фруктовых консервов, консервирование зеленых кормов, находящимся еще в общем состоянии научной разработки.

Электрификация Швейцарии при помощи гидравлических станций производится:

1) государственными, кантональными и коммунальными предприятиями;

2) Акционерными обществами при участии государства.

3) Акционерными обществами, частными предприятиями и кооперативными товариществами без участия государства.

Электрификация сельских районов с разбросанным населением производится, главным образом, общинами или более крупными административными группами.

Размеры капиталов, вложенных на сооружение станций и распределительных сетей, сильно колеблятся в зависимости от местных условий; долю, приходящуюся на сельско-хозяйственные нужды, установить трудно, однако считают, что в зависимости от кантона, на каждого обслуживаемого жителя приходится от 100 до 500 швейцарских франков. Весь капитал, вложенный в электрификацию страны в 1923 г. исчисляется в 350 миллионов франков.

Доходность распределительных сетей в чисто сельско-хозяйственных районах характеризуется данными о 54 сетях, сооруженных за период 1900—1926 г. сетей дают удовлетворительный доход, $^2/_3$ дает дефицит.

Стоимость первичных и вторичных линий вместе с трансформаторными подстанциями колеблется от 7 000 до 400 000 франков. Доходность их от 48 до 5,2%, при чем последняя цифра едва покрывает проценты на капитал, не считая расходов на содержание сети, стоимость энергии и амортизацию. В среднем, однако, доходность с сетей выражается в 25%, что, согласно условиям эксплоатации Швейцарских станций, представляет удовлетворительную цифру.

В случае убыточности сети, потребителями вносятся некоторые суммы на строительные расходы в виде безвозвратных ссуд. В случае невозможности найти таковые среди населения, часть расходов несет государство или община. Подобные убыточные сети присоединены к большинству крупных швейцарских станций.

Они сооружаются, главным образом, в целях сохранения сельского населения на местах, ввиду сильной тяги в города из редко-заселенных гористых местностей.

В Швейцарии встречается крайнее разнообразие тарифов, в зависимости от того, подается ли энергия крупными или мелкими станциями или небольшими кооперативами.

Крупные станции, имеющие значительное число крупных сельско-хозяйственных абонентов, применяют технически наиболее правильные тарифы, гарантируя себя основными таксами, минимальным потреблением энергии и ограничением времени работы и т. д.

По отношению к районам со слабой сельско-хозяйственной нагрузкой, крупные станции практикуют более мягкую тарифную политику, не выходя все же за пределы условий рентабельности.

Многие мелкие станции и кооперативные предприятия отпускают своим потребителям энергию значительно дешевле крупных предприятий, вследствие того, что в период сильного воздорожания они не делали затрат на строительство и в настоящее время финансовое положение их, по сравнению с крупными станциями, весьма благоприятны. Но с другой стороны, приходится отмечать и отрицательные явления, имеющие часто место в мелких предприятиях: отсутствие достаточного компетентного руководства и доминирование некоторых хозяйственных групп, вырабатывающих для себя наиболее благоприятные тарифы за счет других категорий потребителей, что задерживает электрификацию некоторых специальных отраслей. Неблагоприятно влияет также практикующаяся перепродажа энергии через несколько инстанций.

Оптовый тариф применяется в очень ограниченном размере. Преобладает тариф по счетчику киловат-часов. При одном освещении применяется простой тариф; для домашних тепловых приборов—двойной тариф, а при аккумуляторах горячей воды—тройной тариф. Для крупных потребителей, как например сыроварни, делаются специальные тарифы, при условии ограничения работы временем. Для электродвигателей применяют либо оптовый тариф исключительно по установленной мощности, либо по установленной мощности и предполагаемой продолжительности пользования а также тариф по счетчику без условия гарантированного минимума потребления.

В качестве примера укажем на некоторые цены на энергию:

| | | | |
|---|---|---|---|
| освещение — в среднем . . . . . | 43 | сантима | за 1 kWh |
| электродвигатели в 5. л. с. при продолжительности пользования в 500 час . . . . . | 53 | » | » 1 kWh |
| электродвигатели 10 л. с. при продолжительности пользования в 500 час . . . . . | 20 | » | » 1 kWh |
| ночной тариф для аккумуляторов горячей воды | 7 | » | » 1 kWh |
| сыроварни . . . . . | 3 | » | » 1 kWh |

## Соединенные Штаты Северной Америки.

Начало сельской электрификации в Соединенных Штатах относится к 1900 г., ко времени появления первых насосных установок в Калифорнии.

К 1924 г. электрическая энергия применялась уже на 452 809 из 6 371 617 насчитывавшихся в Соединенных Штатах фермах, что составляет 7% общего числа их. Электрическая энергия получалась либо от районных станций, либо от собственных мелких домашних станций.

1920 г. является поворотным моментом в деле разрешения вопроса сельской электрификации. С этого года начинается движение в пользу планомерной организации электрификации сельского хозяйства со стороны Сельско-Хозяйственного Комитета Объединения Электрических Станций. В 1923 г., в результате поднятой кампании, организуется Национальный Комитет по Сельской Электрификации, состоящий из представителей правительственных ведомств, общественных организаций, сельско-хозяйственного машиностроения, электропромышленности, агрономии и фермеров. Комитет представляет собой в настоящее время весьма мощную организацию, обладающую значительными средствами, раскинувшую пока свои отделения в 20 из 48 штатов государства. Комитет ставит себе задачей всестороннее изучение сельской электрификации. Вся научно-экспериментальная работа ведется под руководством высших сельско-хозяйственных учебных заведений. Весь добытый материал централизуется в Чикаго и опубликовывается в центральном органе Комитета.

Осторожный подход американцев к вопросу сельской электрификации понятен. Большинство ферм, отстоящих далеко друг от друга, широко разбросано по всей территории страны и нахо-

дится сравнительно далеко от линий передач и распределительных сетей. Считают, что в настоящее время около 1,5 миллионов, т.-е. меньше $^1/_4$ существующих ферм, находится в районах, охватываемых электропередачами и распределительными сетями. Подсчитывая суммы, которые потребуются для электрификации только этих ферм, получим следующие цифры.

При минимальной средней стоимости одной английской мили распределительной сети в 1 200 долларов и при 3-х фермах на милю, сумма, потребующаяся на сооружение распределительных сетей выразится в $600.10^6$ долларов. В эту сумму не входят дополнительные расходы на линии электропередач и станционное оборудование.

Расходы на внутреннюю проводку и на приобретение оборудования при затрате 800 долларов на ферму составят сумму в 1 200 000 долларов.

В общем для сельской электрификации Соединенных Штатов в размерах меньших $^1/_4$ всех ферм страны потребуется капитал в $1\,800.10^6$ долларов.

В настоящее время 47% существующих ферм пользуются различного рода стационарными двигателями; при замене их электродвигателями, это даст ежегодное потребление в $3\,500.10^6$ kWh. Допуская возможность электрификации остальных 53% ферм, получим общее потребление в $7\,450.10^6$ kWh. Если 80% всех ферм будут пользоваться электрическим освещением, 50%— электрическими кухнями и 50%—холодильными установками, дополнительное потребление энергии выразится следующими цифрами:

| | |
|---|---|
| освещение . . . . . | $2\,570.10^6$ kWh |
| электрическая сварка . . . . . | $6\,770.10^6$ „ |
| холодильные установки . . . . . | $1\,910.10^6$ „ |

Таким образом, перспективы будущего потребления электрической энергии выразятся цифрой в $18\,700.10^6$ kWh в год, что составит 29% всей производимой в Соединенных Штатах энергии. При этом предполагают единовременный максимум, равный 4 740 000 kW и коэффициент нагрузки в 45%.

Наибольшей степени электрификации достигла Калифорния, являющаяся настоящей «лабораторией» сельской электрификации.

Остановимся, поэтому, на некоторых данных относительно этого штата.

| | |
|---|---|
| Число ферм в Калифорнии . . . . . | 117 670 |
| „ орошаемых машинным способом ферм | 67 891 |
| Общая площадь, орошаемая исключительно машинным способом в акрах . . . . . | 1 126 689 |
| Общая площ., орошаемая частично машинным способом в акрах . . . . . | 171 736 |
| Число насосных установок . . . . . | 21 561 |
| Мощность их в л. с. . . . . | 386 200 |
| Число электродвигателей в Калифорнии . . | 30 000 |
| Потребление энергии на фермах за 1923 г. | $554.10^6$ лош. сил-часов. |

Считают, что больше 80% потребляемой энергии расходуется на орошение. Около $^1/_2$ всей применяемой в Калифорнийском сельском хозяйстве энергии—электрическая.

Насосные установки сыграли также немаловажную роль в деле осушения Калифорнии.

Наряду с насосами, молотилками, освещением, тепловыми приборами и т. п. в Калифорнии электрическая энергия находит применение в новых областях сельского хозяйства, как например, при опрыскивании фруктовых деревьев, для борьбы с вредителями, посредством переносных насосов. Существуют гигантские установки в промышленном птицеводстве. Одна из них насчитывает 3 780 инкубаторов на 1 800 000 яиц, общей производительностью в 70 000 цыплят в день.

В настоящее время наблюдается постепенная электрификация в других штатах, находящихся в сравнительно менее благоприятных условиях, чем Калифорния с ее дешевой водной энергией. Обычно питание ферм производится от распределительных сетей в 6 600—13 000 V при помощи мачтовых трансформаторов. Нередко от 3-х фазных 4-х проводных распределительных линий делаются однофазные ответвления к отдельным фермам, при помощи гальванизированных железных проводов. В целях удешевления стоимости распределительных сетей наблюдается тенденция к применению пролетов около 80 m и трансформаторов, выдерживающих продолжительную 100% перегрузку. Применения электричества в общем те же, что и в Европе; в отношении электропахоты производились лишь единичные опыты.

Обычное потребление энергии колеблется пока от 400 до 550 kWh на ферму в год, в зависимости от типа ферм.

Укажем на то, что в электрификации сельского хозяйства Соединенных Штатов, характеризуемой особой финансовой сложностью, вследствие необходимости сооружения с.стем сетей весьма значительных протяжений, кооперация сыграла значительную роль. В настоящее время ряд крупных электрических станций уделяет усиленное внимание вопросам сельской электрификации и организует специальные сельско-хозяйственные отделы.

Однако, несмотря на всю проделанную в этой области работу, сельская электрификация Соединенных Штатов, по мнению докладчика на Всемирном Конгрессе по энергетике в 1926 г., находится все еще в стадии опытов.

В заключение укажем, что в отношении плановой электрификации в Соединенных Штатах доминируют следующие соображения:

1) Широкая сельская электрификация неизбежная в ближайшее десятилетие. Если широкая электрификация не будет предпринята частными компаниями, необходимо будет вме ательство государственной и общественной инициативы.

2) Должны быть избегнуты ошибки, допущенные в первый период электрификации в некоторых странах, выразившиеся в электрификации исключительно наиболее выгодных потребителей в ущерб менее прибыльным абонентам того же района. Район должен быть электрифицирован целиком.

3) В общем и целом сельский потребитель может представлять интерес для центральных станций. При с.ответствующих тарифах может быть достигнут коэффициент нагрузки в 30—45%.

4) Сооруженые в настоящее время линии вряд ли будут охватывать больше 3 ферм на одну милю линии.

5) Необходимо тесное сотрудничество потребителей и станций в целях взаимного понимания интересов. В виду трудностей эксплоатации, сельский потребитель не должен предъявлять в отношении постоянства напряжения и непрерывности подачи энергии такие же строгие требования, как и городской потребитель.

6) Сельская электрификация должна финансироваться станциями или кооперативными органами. Там где станции отказы-

ваются от финансирования электрификации, должны быть организованы кооперативы, покупающие энергию оптом и распределяющие ее между своими членами.

7) Тарифы должны поощрять потребление энергии. Средняя стоимость 1 kWh колеблется в настоящее время около 5—6 центов (10—12 коп.). В будущем тарифы должны быть снижены, они не должны базироваться на существующих городских тарифах, с некоторой надбавкой для сельско-хозяйственного потребителя. Система тарификации должна быть простой и понятной для фермера. Не следует ожидать выгодности эксплоатации в первое время. Следует принимать во внимание, что и другие нагрузки, доходные лишь в настоящее время, в течение долгого периода оплачивались по убыточным тарифам.

8) Системы сельских сетей и линий передач должны быть между собой соединены таким образом, чтобы охватить наиболее обширные территории, в предвидении полной электрификации страны.

9) В настоящее время трудно предвидеть темп сельской электрификации и пределы ее достижения в отношении количества обслуживаемых ферм и потребляемой энергии.

## Япония.

Развитие сельской электрификации в Японии за последние годы объясняется двумя факторами:

1) быстрым ростом населения, вызывающим необходимость мелиорации неплодородной земли, в целях ее засева рисом;

2) недостатком рабочей силы, кадры которой все интенсивнее втягиваются в городскую промышленность, достигшую большого развития за время войны.

Посевная площадь Японии равна 6 077 000 ha и составляет 15% всей территории страны, что значительно меньше, чем в других странах. Расширение посевной площади стало возможным лишь с механизацией мелиоративного дела.

Рис, являясь главным продуктом питания населения Японии, занимает 50,7% (3 074 000 ha) всей посевной площади. Так как культура риса требует применения больших количеств энергии, то государство, в целях поднятия производительности сельского хозяйства, оказывает сильное содействие развитию механизации его.

Число фермеров, применяющих керосиновые двигатели и небольшие электродвигатели, сильно возросло за последние годы. Число двигателей мощностью меньше 5 л. с. возросло следующим образом:

| Род двигателей. | Годы. | | |
|---|---|---|---|
| | 1920 | 1923 | 1925 |
| Керосиновые двигатели . . . . | 1 785 | 9 265 | 24 815 |
| Эл.-двигатели . . . . . | 683 | 2 033 | 4 690 |

Кроме небольших двигателей, применяемых для работ на фермах в сельском хозяйстве, установлено большое число двигателей внутреннего сгорания, паровых машин и электродвигателей от 3 до 300 л. с. для осушения и орошения. Общая мощность их в 1920 году равнялась 38 590 л. с.

Условия для развития сельской электрификации Японии весьма благоприятны и, при известных мероприятиях со стороны станций, электродвигатели могли бы в насосных установках успешно конкурировать с керосиновыми двигателями и паровыми машинами.

Япония обладает широко раскинутой распределительной сетью. По данным статистики 1924 г. протяжение воздушных распределительных сетей равнялось 92 290 англ. милям, а число установленных мачтовых трансформаторов—337 512, общей мощностью в 1 428 456 kVA. Свыше 80% всех жилищ в Японии пользуются электрическим освещением, что значительно облегчает электрификацию ферм. Число часов использования электродвигателей для насосов ровно 100 час. в год. Нагрузка эта охватывает период времени от мая по сентября месяц. При характерном для японских рек избытке воды, за исключением августа месяца, энергия для этой цели может быть отпущена по более низкому тарифу.

Другой, очень важной нагрузкой является работа молотилок и рушилок для риса и других культур в осенние и зимние месяца. Полировка риса и пшеницы производится в течение всего года. Комбинация всех этих видов нагрузок дает довольно постоянную годовую нагрузку.

В Японии преобладает мелкое фермерство; для сооружения и эксплоатации насосных установок, молотилок, рушилок и т. д., фермеры организуют товарищества.

Существуют различные формы объединения фермеров:

а) кооперативные товарищества — представляют собою объединение группы фермеров, совместно владеющих машинными установками в роде молотилок, рушилок для риса и пшеницы и т. д., установленными в определенных пунктах. Мощность двигателей, применяемых товариществами, колеблется от 3 до 5 л. с.

В 1923 г. в Японии имелось 3 538 кооперативных товариществ.

б) Общества земельного улучшения. Это общество ставит себе целью мероприятия по землеустройству своих членов.

В 1923 г. в Японии числилось 7 547 таких обществ. Благодаря их насосным установкам удалось расширить посевную площадь на 472 000 ha.

в) Общества орошения. Обычно они организуются для эксплоатации одной общей водной системы в целях орошения. Эти объединения, как и вышеперечисленные, являются крупными потребителями энергии.

Электричество в японском сельском хозяйстве, помимо обмолота риса, пшеницы и т. д., находит свое применение в чайной промышленности, в шелководстве и в борьбе с вредителями рисовых плантаций. Электрическая энергия применяется также для дробилок, сушилок овощей, производства цыновок и переработки сельскохозяйственных продуктов.

Первые насосы с механическим приводом начали применяться в японском сельском хозяйстве в 1907 г. В 1920 г. в стране было установлено 900 насосов с паровым или электрическим приводом; служили они для осушения и орошения 87 724 ha рисовых плантаций. В 1923 г. общая мощность электродвигателей в 10 л. с. каждый достигла 14 100 л. с., они служили для орошения 8 380 ha и для осушения 26 214 ha рисовых плантаций.

По данным статистики 1924 г., 578 000 ha занятой под рис площади нуждается в машинном орошении.

Для полной электрификации этой площади потребуется 190 000 kWh.

На основании статистики того же года 568 981 ha рисовых плантаций нуждаются в осушении.

Для полной электрификации этих работ, при потреблении энергии в 0,37 kW/ha, потребуется мощность в 182 000 kW. Осушение болот тоже потребует значительных количеств энергии.

Чайная промышленность нуждается также в больших количествах энергии.

Сбор чая в 1924 г. выразился цифрой в 37 000 t. Обработка его в настоящее время требует высококвалифицированной рабочей силы и больших количеств древесного угля для нагревательных целей. Сильный рост цен на чай объясняется вздорожанием как рабочей силы, так и древесного угля. В виду этого с 1919 г. наблюдается электрификация этой промышленности. Заметна тенденция к применению электрической энергии главным образом для нагревательных целей (для тушения и сушки чая). Для привода двигателей в чайной промышленности электрическая энергия покуда нашла меньшее применение. Число дней, занятых чайной промышленностью, составляет 30—80 дней в год, в мае и июне месяцах. Электрификация значительно подняла качество чая.

Шелководством занято около 30% японского сельского населения. Производительность его в 1924 г. выразилась в количестве 277 000 t коконов. В 1923 г. было выработано 25 300 t шелка-сырца, являющегося одним из главнейших предметов экспорта Японии.

Главные применения электрической энергии в шелководстве, холодильные установки для хранения грены, выводка шелковичного червя электрическим нагреванием, нагревание помещения для разведения червей весной и их вентиляция летом, сушка листьев тутового дерева и т. д.

Шелководство в Японии открывает большие перспективы потребления энергии.

Широко применяются электрические инкубаторы и наседки в птицеводстве. Инкубаторы снабжены чувствительными термостатами. Их характерной особенностью является большая теплоемкость, дающая возможность сохранять тепло при кратковременных включениях тока.

Для борьбы с вредителями, уничтожающими ежегодно большое количество риса на корню, на полях устанавливаются электрические лампочки, свет которых ночью привлекает насекомых, попадающих при этом в специально заготовленные поблизости резервуары с водой.

Сельская электрификация в Японии, вышедшая из стадии опытов, стала возможной в связи с широкой сетью гидроэлектрических станций в стране.

Применение электричества содействовало широкому развитию кооперации, являющейся залогом дальнейшего развития электрификации страны.

## Канада.

Первые попытки сельской электрификации в Канаде имели место в 1913 г. в провинции Онтарио, являющейся и в настоящее время наиболее электрифицированной частью страны. Большинство этих первых сооружений финансировано частными компаниями и кооперативами фермеров. Электрификация осуществлялась и продолжает осуществляться, главным образом, через посредство Гидроэлектрической Комиссии, учрежденной парламентским декретом в 1908 г.

Начиная с 1921 г. энергия была дана ряду новых районов. В виду разбросанности ферм (от 3-х до 6 шт. на английскую милю) электрификация встретила большие финансовые затруднения. В 1921 г. в канадском парламенте прошел закон, по которому 50% стоимости линий высокого и низкого напряжения, питающих сельские районы, оплачиваются государством. Начиная с этого момента число электрифицированных ферм возрастает.

Гидроэлектрическая Комиссия разделяет сферу своей деятельности на ряд районов сельской электрификации и подает энергию непосредственно потребителям.

Бо данным 1924 г. мы имеем следующие данные о провинции Онтарио:

| | |
|---|---|
| Общее число сельских потребителей . . . . . | 20 605 |
| Из них ферм . . . . . | 5 003 |
| Число всех ферм в Онтарио . . . . . | 198 053 |
| Число электрифицированных ферм в % . . . . . | 2,53% |

В принципе технически возможно электрифицировать около 10% всех сельских районов Онтарио; в настоящее время лишь 30% намеченных для электрификации районов пользуются энергией. Это наиболее состоятельные, густо населенные районы.

Для распределения энергии применяется 3-х фазный ток 4 000/2 300 V 4-х, проводная система, соединение звездой с заземленным нейтральным проводом. В зависимости от станции, число периодов равно 25 или 60. Обычно от 3-х фазных линий, составляющих приблизительно одну треть распределительных систем и расположенных вдоль главных дорог, делаются однофазные ответ-

вления на 2 300 V; лишь для более крупных потребителей непосредственно подается 3-х фазный ток.

В качестве низкого напряжения применяется 220 или 110 V. Для потребителей с доминирующей осветительной нагрузкой применяется 110 V; потребители, у которых установлены электрические кухни или двигатели в 2,3 или 5 л. с., питаются однофазным током по трехпроводной системе. Более крупные нагрузки в типовых фермах не встречаются, однако, бывают случаи, когда требуемая мощность вызывает необходимость питания трехфазным током под напряжением 220 или 550 V.

В целях уменьшения себестоимости все элементы сети стандартизированы.

Для столбов применяется кедр; расстояние между столбами обычно около 45—50 m. Для фазовых проводов применяются фарфоровые, для нейтральных - стеклянные изоляторы.

Материалом для проводов служит почти исключительно медь.

Минимальная мощность трансформаторов, питающих отдельные фермы, чаще всего равна 2—3 kVA.

За последнее время для однофазных ответвлений применяются освинцованные кабели, с резиновой изоляцией, без брони. Для прокладки кабелей разрытие и зарытие производится машинным способом. Кабели укладываются непосредственно в землю.

Средняя стоимость 1 английской мили распределительной линии, не включая сюда стоимости трансформаторов и вспомогательной аппаратуры равна:

| | |
|---|---|
| 3-х фазная линия на деревянных столбах . . . . . | 1 308 доллара |
| Однофазная воздушная линия . . . . . | 1 063 » |
| » кабельная линия . . . . . | 1 081 » |

В качестве обычных применений на канадских фермах укажем на молотилки, зернодробилки, корнерезки, доильники, автоматические насосы, пилы, кухни, стиральные машины и т. п.

Для пользования крупными молотилками несколькько ферм объединяются; однако нередко такие молотилки приводятся двигателями внутреннего сгорания, которые в канадских фермах довольно распространены.

В общем фермы далеко не пользуются всеми возможными применениями электрической энергии, а в особенности электродвигателями. В наиболее электрифицированных районах электро-

двигателями пользуется лишь $^1/_3$ всех ферм, утюгами — 87%, стиральными машинами — 16%. Объясняется это как значительной дороговизной изделий, так и высоким тарифом. Средняя присоединенная мощность на фермах равна 3,9 kW, из них 1,3 kW приходится на освещение, 1,9 kW — на нагревательные приборы и 0,7 kW на двигатели. Число потребителей на одну линию не превышает 6.

Тариф, установленный для сельских потребителей, сводится к следующему: желающий пользоваться энергией фермер уплачивает основную таксу в 3,11—11,88 долларов в месяц в зависимости от требующейся для него мощности. Гарантированный им при подписании договора минимум потребления оплачивается 3—8 центами за 1 kWh.

Потребная сверх этого энергия оплачивается по минимальному тарифу в 2 цента за 1 kWh. Большинство фермеров не потребляет достаточно энергии, чтобы иметь возможность пользоваться льготным тарифом в 2 цента за 1 kWh.

Плата ежемесячной таксы обыкновенно должна, согласно договору, производиться в течение 20 лет. Такой договор крайне стеснителен для фермера. Если фермер этой суммы уплачивать не может, то она с него взыскивается в виде налога. По данным американского профессора Стюарта, нередко встречаются фермеры, выплачивающие ежемесячную таксу, но не могущие пользоваться энергией в виду того, что у них нет достаточно средств на установку.

О сильном колебании стоимости энергии в зависимости от потребления можно судить по следующим цифрам:

| Потребления энергии в месяц kWh | Средняя стоимость 1 kWh в центах |
|---|---|
| 34 | 19,8 |
| 70 | 12,8 |
| 120 | 9,5 |
| 258 | 5,3 |
| 393 | 3,7 |
| 633 | 3 |

В общем о сельской электрификации в провинции Онтарио можно, как-будто, заключить следующее:

1) Государственное финансирование в сильной степени содействовало осуществлению электрификации. Однако, к 1924 г. электрифицировано было всего 2,5% всех ферм.

2) Большинство несостоятельных фермеров энергией пока не пользуются.

Необходимо изменение тарифной политики, снижение цен на электроизделия и планомерно организованная пропаганда.

---

В Англии сельская электрификация находится в состоянии разработки. В настоящее время лишь около 500 фермеров питаются от районных станций. Крупные хозяйства иногда питаются от городских станций, но, главным образом, пользуются станциями домашнего типа, которые в электрификации сельскохозяйственных процессов играют минимальную роль Причина этого положения заключается, главным образом, в том, что до сих пор никакого законодательства в пользу развития сельского электроснабжения в Англии не имеется. Энергия, производимая, главным образом, паровыми станциями—дорога.

Механизация хозяйств, главным образом, средних и крупных осуществляется двигателями внутреннего сгорания и паровыми локомобилями.

В Англии преобладает тип мелких ферм.

Движение в пользу электрификации началось уже во время войны. Этому не мало содействовали работы инженера B. Matthews, производящего в течение ряда лет практические опыты применения электрической энергии на своей ферме в 600 акров. Эта ферма является в настоящее время наглядной лабораторией по сельской электрификации для всей Европы.

Укажем, что наилучшие успехи по электрокультуре были достигнуты в Англии.

Matthews'y принадлежат также интересные работы в области применения электрического освещения в птицеводстве, садоводстве, сушке сена при помощи вентиляторов и в последнее время в области электропахоты.

В настоящее время вопросы сельской электрификации деятельно разрабатываются Комитетом по Сельской электрификации. Комитетами Содействия Сельскому хозяйству и Кустарной промышленности и целым рядом других общественных организаций.

В Италии в связи с ростом сети гидроэлектрических станций сельская электрификация достигает в настоящее время сравнительно значительного развития. Главное применение электрической энергии — насосные установки для орошения и осушения.

Наиболее электрифицировано сельское хозяйство северной Италии.

Процессу сельской электрификации содействует хорошая организация кооперативных товариществ электроснабжения и государственное финансирование.

Кроме рассмотренных более подробно стран, можно указать на рост сельской электрификации также в Голландии, Бельгии, Австрии, Чехо-Словакии и Финляндии. За последнее время сельская электрификация начинает развиваться и в Юго-Славии.

Постройка гидроэлектрических станций на Новой-Зеландии вызвала в жизнь развитие ее сельской электрификации. В настоящее время около 7 000 фермеров питаются от районных станций и 1 000 ферм имеют свои станции. Главное применение: мелиоративное дело, молочное хозяйство, где большое распространение нашли доильники, овцеводство (стрижка овец) и т. п.

Трудность электрификации ферм состоит в их широкой разбросанности и в довольно высоких тарифах.

Государство этому вопросу уделяет значительное внимание.

## Заключение.

Резюмируя общее состояние сельской электрификации за границей, мы видим, что в большинстве стран уже пройден наиболее трудный, именно первоначальный период.

Уделяемое во всем мире внимание этому вопросу указывает на то, что проблема всеобщей сельской электрификации является одной из важнейших проблем современной экономики.

Разрешение этого чрезвычайно важного вопроса сможет быть достигнуто лишь при самом тесном сотрудничестве всех заинтересованных кругов: государства, фермеров, станций, электротехнической промышленности, сельско-хозяйственного машиностроения и агрономии.

---

**Цена — 60 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография „Коминтерн“ Центриздата Народов СССР. Красная 1.
Ленинградский Гублит 38.777 Тираж 1.700 экз. 3 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад В. З. Есина.*

## МАТЕРИАЛЫ К ПЛАНУ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦIIИ НА БЛИЖАЙШЕЕ ПЯТИЛЕТИЕ.

### РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ.

### Общее понятие о сельско-хозяйственной электрификации.

Сельская электрификация в широком понимании этого слова рассматривается нами: во-первых, как средство замены электрической энергией мускульного труда людей и рабочих животных в сельском хозяйстве; во-вторых, как средство рационализации силовых установок в сельском хозяйстве путем замены механических двигателей не электрических — двигателями электрическими и в-третьих, как средство реконструкций сельского хозяйства вообще на энергетической основе.

В первом случае — сельская электрификация обнимает круг сельских потребителей электрической энергии, которые на данной стадии развития сельского хозяйства выполняются вручную людьми, или путем применения работы животных. К этой группе сельско-хозяйственных работ относятся: применение электродвигателя в пахоте, уборке урожая, специально в молотьбе, очистке и сортировке зерна, водоснабжении, подготовке корма скоту, в молочном хозяйстве, пилке дров, в применении двигателя к кустарному станку и другие.

При этом мы чаще всего исходили из экономического метода, при определении сельских потребителей электрической энергии, и реже из статистического, т. е. предварительным экономическим анализом доказывали выгодность перевода той или иной работы в сельском хозяйстве с мускульной работы на работу механическую. В этом случае принимается совокупность естественно исторических, бытовых, экономических и прочих местных условий, в которых должна развиваться сельско-хозяйственная электрифика-

ция. Например, избыточный рынок труда сельско-хозяйственного населения, стоимость рабочих рук, тоже сельско-хозяйственных продуктов и т. д. в данном районе, а также технических условий— стоимость и характер сельского электростроительства, тарифа на электрическую энергию франко потребитель и т. д. С этими условиями необходимо считаться в силу того, что в ряде случаев затраченный киловатт-час мускульной людской энергии, и работа животных может оказаться дешевле 1 kWh электрической энергии. Само собой понятно, что там, где 1 kWh электрической энергии будет дороже людской или работы животных, электрификация встретит на своем пути крупные затруднения, какие-бы удобства она ни давала населению в сравнении с ручной и прочей работой; и следовательно, как потребителей электрической энергии эту работу приходится принимать с большой осторожностью.

Во втором случае сельская электрификация обнимает круг сельских потребителей электрической энергии, которые ныне обслуживаются механическими двигателями не электрическими. Сюда относятся: мельницы, маслодельные заводы, механические крупорушки, шерсточесалки и вообще всевозможные промышленные предприятия, перерабатывающие как сельско-хозяйственное сырье, так и продукты животноводства. Замена электродвигателем механических двигателей тепловых, гидравлических и ветровых возможна, как правило, в том случае, когда себестоимость энергии от установленного механического двигателя (на валу его) в предприятии будет не дешевле покупной стоимости электрической энергии, франко предприятие.

В состав сельских потребителей электрической энергии описанной группы предприятий, при определенных условиях, войдут, очевидно, такие, которые имеют сами стоимость механической энергии на валу двигателя выше и, во всяком случае, не ниже стоимости покупной электрической энергии.

Наконец, в третьем случае — сельская электрификация обнимает круг будущих сельских потребителей электрической энергии, которые возникнут в силу реконструкции всей системы сельского хозяйства. Сюда относятся отрасли сельского хозяйства, которые с переходом на высоко-интенсивные формы в земледелии исключают вообще применение ручного, как и всякого мускульного труда, в силу оптимально-крупных размеров предприятий и исклю-

чают применение в отдельных случаях других видов механической энергии по совокупности соображений. [1]) К этой группе предприятий и отраслей сельского хозяйства относятся специальные производства, где электрификация и теплофикация, взаимно друг друга дополняя, рационализирует все производство, как например,— сахарные заводы, крахмально-паточные, винокуренные, льнообрабатывающие и коноплеобрабатывающие с применением теплой мочки, заводы консервные, молочные пункты с пастеризацией молока и, вообще, в молочном хозяйстве по линии переработки молока на сыр, масло и прочие продукты. Включение в круг сельских потребителей электрической энергии отмеченной группы производств можно производить, очевидно, с меньшим риском и с большей долей вероятности, но, однако, особо требуется увязка с планами восстановления и развития сельского хозяйства в связи с рыночной конъюнктурой этих продуктов и под углом зрения развития новых экспортных статей и усиление старых.

В состав сельских потребителей электрической энергии мы совсем не вводим нагревательные приборы, электрическое консервирование корма, электрическая сушка зерна и сена и другие мало или совсем неприменимые в современных условиях развития сельского хозяйства.

Поэтому как-бы заманчива ни была мысль о развитии отмеченных выше токоприемников — мы, к сожалению, вынуждены их совсем исключить из рассмотрения. К этому решению мы пришли после изучения фактической стоимости электрической энергии, как настоящей, так и на ближайшее будущее и невозможности его применения для нагревательных приборов, консервирования и сушки корма.

Переходя от краткой формулировки общих понятий о сельской электрификации, мы считаем необходимым, прежде всего, заняться анализом первой группы потребителей электрической энергии в сельском хозяйстве.

В нашем анализе человек, физически выполняющий работу в сельском хозяйстве, рассматривается, как живой двигатель. И чем дороже «этот живой двигатель» продает энергию на сельскохозяйственное производство, — тем рентабельнее замена его работы

---

[1]) Как напр. — через электрификацию использование отбросов производства данного предприятия, или необходимость применения отдельного (индивидуального) привода.

механическим двигателем. Не считаться со стоимостью работы сельско-хозяйственного населения нельзя уже в силу того, что мы через электрификацию предвидим замену человека сельскохозяйственным двигателем, особенно если принять во внимание, что в электрифицированных даже районах с успехом применяется ручная молотилка. [1]) Очевидно, помимо общих дефектов с использованием сельских электрических станций—тарифы играют решающую роль, иначе трудно себе представить объяснение распространенности ручных молотилок в самых электрифицированных районах.

Поэтому изучение себестоимости единицы работы (киловатт-час) крестьянина поможет нам в дальнейшем установить оптимальные размеры тарифов на электрическую энергию в сельских местностях. В задачу нашу входит, следовательно, определение пределов, до которых может дойти применение электрической энергии в первой группе предприятий. Чтобы правильно оценить роль электрического двигателя и электричества в сельском хозяйстве вообще путем сравнительного метода, необходимо рассматривать как все взрослое сельско-хозяйственное население а также и рабочих животных, как живых двигателей в сельском хозяйстве. Известно, что для добычи сельско-хозяйственных продуктов путем обработки почвы, посева, уборки урожая и последующей переработке его затрачивается определенная работа. Будет-ли эта работа затрачена людьми, рабочими животными или механическая работа — результат в конечном итоге будет один и тот-же.

Например, для вспашки одной десятины земли на глубину до 4 вершк. — нужно затратить, при различном сопротивлении почвы от 25 до 75 kWh энергии; для обмолота 1 пуда зернового хлеба требуется затратить от 0,13 до 0,2 kWh энергии, для первичной обработки 1 пуда волокна льна требуется ок. 1 kWh энергии, и т. д. Эти затраты энергии на вспашке, молотьбе, обработке волокна и т. д. могут быть произведены или человеком, или рабочими животными, или механическими двигателями. Для производства данной работы, в смысле затраты определенного количества энергии, совершенно безразлично, какой вид энергии будет затрачен, но в экономическом смысле эти затраты не одинаковы. В то время,

[1]) Например, в Баровичско-Велдайском районе, одном из наиболее электрифицированных, сам Кустаресоюз в 1925 г. распространил среди своих артелей 50 ручных молотилок.

как затраты энергии рабочих животных, например, на вспашку одной десятины земли под зерновые культуры, экономически целесообразны, использование человеческой энергии, как например, мотыжение, будет совершенно невыгодно, потому что труд человека, вложенный таким путем на обработку земли, не окупится продукцией сельского хозяйства, полученной с данной площади земли. Точно также в большинстве районов СССР невыгодно (экономически) применение человеческой мускульной энергии при молотьбе, обработке технических культур и т. д. в силу того, что работа механического двигателя более дешева, чем работа человека.

## РАЗДЕЛ ВТОРОЙ.

### Пределы применения электрической энергии в сельском хозяйстве.

Уже из рассмотрения предыдущего раздела следует сделать вывод, что пределом применения электрической энергии в сельском хозяйстве нужно признать себестоимость работы человека, рабочих животных и механических двигателей.

Общий электрический баланс в сельском хозяйстве СССР по данным на 1923 год представлялся в следующем виде:

а) затраты рабочих животных. . . . . $3\,146.10^6$ kWh или 60 %
б) » людей . . . . . $1\,281.10^6$ kWh » 24,6%
в) » механической работы . . . $765.10^6$ kWh » 15,4%

Мы не смогли произвести подсчета энергетическим затратам за последние 1925 и 1926 гг., но если есть изменения количественные в абсолютных затратах энергии, вряд ли имеются крупные изменения в соотношении этих затрат. Во всяком случае мы считаем, что и для последних лет доля человеческих затрат осталась ок. 24—25% от общего количества затраченной энергии. Таким образом общая доля мускульной работы — людей и рабочих животных — составляет 84—85% от общего, и, следовательно, электродвигатель в сельском хозяйстве, прежде всего, встретит, как уже встречает теперь, конкуренцию в лице живых двигателей.

Определение себестоимости единицы работы этих двигателей даст нам возможность установить реальных потребителей электрической энергии в сельском хозяйстве.

Применявшийся у нас в СССР чаще всего статический метод подсчета потребителей электрической энергии приводил к тому, что станции работают с ничтожной нагрузкой против предположенной. Во избежание ошибок с определением потребителей электрической энергии, мы считаем необходимым подробно изучить себестоимость работы в условиях современного сельского хозяйства, как работу животных, так и особенно работу человека.

В отношении стоимости единицы работы животных мы принимаем ее по С. Г. Струмилину *) в 20 коп. в среднем за 1 kWh. Что касается определения себестоимости работы человека в виду больших колебаний этой стоимости по сезонам — мы анализируем ее более подробно в различных условиях сельско-хозяйственных работ.

Рассматривая человека, работающего в сельском хозяйстве, как живой двигатель, мы должны вкратце остановиться на первоисточнике энергии человека, т. е. на питание его, которое превращается в энергию, выраженную в условных единицах работы. По Словцову **) — человек среднего роста и веса без физической работы довольствуется пищей в 2 400—2 600 калорий. Чем труднее физическая работа, тем больше потребляет человек калорий. Так, по данным указанного автора, следующие категории сельско-хозяйственных работников потребляют калорий в сутки:

| | |
|---|---|
| Жнец . . . . . | 4 000 Cal. |
| Кузнец . . . . . | 4 100 „ |
| Косец . . . . . | 4 400 „ |
| Пахарь . . . . . | 5 000 „ |
| Пильщик . . . . . | 5 200 „ |
| Дровосек . . . . . | 6 000 „ |
| Переносчик тяжестей . . . . . | 8 900 „ |

Более грубое деление сельско-хозяйственных работ по характеру затрат физического труда Соловцов делит на:

| | | |
|---|---|---|
| умеренную . . . . . | 3 500 Cal. | в сутки |
| сильную . . . . . | 4 000 „ | „ |
| тяжелую . . . . . | 4 500 „ | „ |
| очень тяжелую . . . . . | 6 000 „ | „ |

*) С. Г. Струмилин — «Проблемы экономики труда».

**) Словцов — „Пищевые раскладки“ изд. Наркомздрава 1922 г.

Большинство полевых работ по обработке почвы, а также и работы по уборке урожая, как-то: косьба, жатва, молотьба и проч., а также некоторые неземледельческие работы: пилка леса, резка дров, принадлежат к разряду сильных и тяжелых работ, а потому и калорийный эквивалент для них требуется от 4 000 до 5 000 Cal. Отсюда пища, идущая на образование энергии для работы составляет в среднем 2 000 Cal. (4 500—2 500 Cal.) Каждые 1 000 Cal., отданные на работообразование, образуют 85 000 kg. m работы или 0,23 kWh (по паритету — 1 kWh = 367 000 kWg m). Таким образом, среоний человек в условиях сельско-хозяйственных работ отдает в сутки до 0,5 kWh работы. По Словцову такой человек может отдавать до 250 000 kg m работы, или 0,68 kWh. Мы, однако не решаемся взять более 0,5 kWh, так как средняя весенняя, летняя и осенняя калорийная норма у крестьян не более 4 500 Cal. в сутки (средояя годовая 3 900 Cal.

При средней суточной отдаче энерги с/х. рабочим в 0,5 kWh. средняя месячная отдача для весны, лета и осени будет равна $0{,}5 \times 24 = 12$ kWh. Исходя же из среднего годового калорийного эквивалента (по Словцову) в 3 900 Cal. в сутки на взрослого крестьянина, мы найдем, что на образование работы в этом случае крестьянин затрачивает $3\,900 - 2\,400 = 1\,500$ Cal. в сутки, или 0,35 kWh. Так как эта норма работы принимается в среднем за год, то месячная работа крестьянина в году в этом случае будет равна $0{,}35 \times 30 = 10{,}5$ kWh, а за весь год 126 kWh.

Найдя затраты человеческой работы, выраженные в киловатт-часах в месяц, в среднем в течение всего года, а также и в летние месяцы, мы определяем стоимость единицы работы (1 kWh) или исходя из поденной и месячной оплаты сельско-хозяйственных работников, или из условного годового дохода крестьянина.

В первом случае мы пользовались ставками Московской губ. отдела Работников Земли и Леса о месячной оплате с.-х. рабочих. Во втором—бюджетными исследованиями крестьянского хозяйства, произведенными Центр. статист. управл. СССР. Так, по данным Москов. Губ. Отд. Проф. Союза Работников Земли и Леса для Московской Промышленной Области установлены ставки:

| | | | |
|---|---|---|---|
| а) полевой рабочий | первой руки | . . . . . | 42 р. черв. в месяц |
| б) тоже | второй руки | . . . . . | 33 „ „ „ |
| в) пахарь | первой руки | . . . . . | 37,5 „ „ „ |

г) тоже второй руки . . . . . 33 р. черв. в месяц
д) тоже третьей руки . . . . . 27 „ „ „
е) жнец . . . . . 27 „ „ „
ж) Косец первой руки . . . . . 33 „ „ „
з) Тоже второй „ . . . . 27 „ „ „

Основываясь на пищевых раскладках по Словцову, для указанных выше категорий рабочих мы найдем для каждого из них количество калорий, идущих на образование энергии, а следовательно и затраченная работа будет равна:

ТАБЛИЦА I

| Категории рабочих. | Число калорий, идущих на образование работы. | Затрата работы в киловатт-часах в сутки. | Суточная зарплата по ставке Всеработземлеса. | Стоимость 1 kWh работы. |
|---|---|---|---|---|
| | | | Рубл. | Рубл. |
| 1) Полев. рабоч. пер. в руки | 2 000 | 0,46 | 1,75 | 3,75 |
| 2) Тоже „ второй „ | 1 500 | 0,35 | 1,37 | 3,90 |
| 3) Пахарь первой руки . | 2 500 | 0,58 | 1,56 | 2,70 |
| 4) Тоже второй „ . | 2 500 | 0,58 | 1,37 | 2,35 |
| 5) Тоже третьей „ . | 1 500 | 0,35 | 1,12 | 3,2 |
| 6) Жнец . . . . . | 1 500 | 0,35 | 1,12 | 3,2 |
| 7) Косец первой руки . . | 2 000 | 0,46 | 1,37 | 2,97 |
| 8) Тоже второй „ . . | 2 000 | 0,46 | 1,12 | 2,44 |
| Среднее . . | 1 930 | 0,45 | 1,35 | 3,05 |

Заработную плату одного с.-х. рабочего по Московской промышленной области нужно принимать, как более высокую, чем по всему Союзу ССР в целом. Но даже с поправкой на понижение заработной платы в других областях Союза все же стоимость 1 kWh работы, затрачиваемого сельско-хозяйственым рабочим настолько высока, что там, где ручной мускульный труд выполняет роль живого двигателя, — замена его электродвигателем во всех случаях целесообразна и высокорентабельна.

К категории хозяйств, использующих наемный труд с.-х. рабочих относятся совхозы, мезанизация сельского хозяйства в которых тем самым представляется делом рентабельным.

В отношении стоимости 1 kWh работы, затрачиваемой в сельском хозяйстве крестьянином, мы применяем несколько иной метод. Например, мы определяем затраты работы нз обработку одной десятины, занятой той или иной культурой, и делением валовой прибыли от реализации продукции на затраченную работу, находим себестоимость единицы работы, затраченной крестьянином. Для установления стоимости 1 kWh работы крестьянина мы нашли трудовые затраты на обработку десятины, занятой рожью, яровыми зерновыми культурами, картофелем и льном. Результаты этих изысканий приведены в следующих таблицах:

На одну досятину, занятую под рожь, затрачивается *) киловатт-часов:

ТАБЛИЦА II

| | С.-Зап. и Запад. | Северн. | Центральный промышл. | Центр. землед. | Вятск.-Ветлужск. | Средн.-Волжск. | Нижн.-Волжск. | Уральск. | Сев. Кавказ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Конских . . | 61,75 | 63,65 | 60,25 | 75,4 | 67 | 67,75 | 70,25 | 67,75 | 73,25 |
| Мужских . . | 15,78 | 15,8 | 19,38 | 14,5 | 15,53 | 11,88 | 10,8 | 15,53 | 11 |
| Женских . . | 6,83 | 6,35 | 6,83 | 6,28 | 6,53 | 6,3 | 5,3 | 8,68 | 6,65 |
| Всего . . | 84,36 | 85,8 | 86,46 | 96,18 | 89,06 | 85,66 | 86,35 | 91,96 | 90,9 |

ТАБЛИЦА III

**Трудовые затраты на обработку одной десятины яровых зерновых хлебов в киловатт-часах.**

| | С.-Зап. и Запад. | Северный. | Центр. Промышл. | Центр. Землед. | Вятско-Ветлужск. | Средн.-Волжск. | Нижн.-Волжск. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Конских . . . . . | 55,5 | 56,3 | 82 | 65 | 56,3 | 62 | 60 |
| Мужских . . . . . | 11,65 | 11,71 | 17,5 | 13,5 | 11,71 | 8,25 | 7,25 |
| Женских . . . . . | 24,15 | 23,75 | 29,4 | 29,16 | 23,75 | 28,15 | 28,15 |
| Всего . . . . | 91,3 | 91,76 | 128,9 | 107,66 | 91,76 | 98,40 | 95,40 |

*) Эти данные мною обработаны в статье «Энергетическая организация в сельском хозяйстве» и опубликованы в книге: «Сельское хозяйство на путях восстановления» — изд. СНК СССР стр. 473—497.

ТАБЛИЦА IV

**Трудовые затраты на обработку одной десятины картофеля в киловатт-часах.**

| | С.-Зап. и Запад. | Северный. | Центр.-Промышл. | Центр.-Земледел. | Вятско-Ветлужск. | Средн.-Волжск. | Нижн.-Волжск. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Конских . . . . . | 40,7 | 40 | 41,5 | 47,5 | 40 | 44,7 | 47 |
| Мужских . . . . . | 19,34 | 12,86 | 13,54 | 13,8 | 12,86 | 10,7 | 9,7 |
| Женских . . . . . | 9,88 | 9,88 | 9,88 | 8,2 | 9,88 | 6,2 | 5,7 |
| Всего . . . . | 63,92 | 62,74 | 64,92 | 69,5 | 62,74 | 61,6 | 62,4 |

**Трудовые затраты в киловатт-часах в среднем по всем девяти районам Госплана:**

а) на обработку одной десятины ржи:

| | | |
|---|---|---|
| конских и других раб. живот. . . . . | 67 | kWh. |
| мужских . . . . . | 14,6 | » |
| женских . . . . . | 6,6 | » |
| Итого . . . . . | 88,2 | kWh. |

б) на обработку одной десятины картофеля

| | | |
|---|---|---|
| конских и др. раб. животн. . . . . | 62,5 | kWh. |
| мужских . . . . . | 11,6 | » |
| женских . . . . . | 26,6 | » |
| Итого . . . . . | 100,7 | kWh |

в) на обработку одной десятины яров. зернов. культур

| | | |
|---|---|---|
| конских и др. раб. животн. . . . . | 43,0 | kWh. |
| мужских . . . . . | 12,3 | » |
| женских . . . . . | 8,5 | » |
| Итого . . . . . | 63,8 | kWh |

г) на обработку одной десятины льна

| | | |
|---|---|---|
| конских . . . . . | 50,3 | kWh. |
| мужских и женских вместе . . . . . | 69,5 | » |
| Итого . . . . . | 119,8 | kWh. |

Приняв трудовые издержки производства равными продажной стоимости продукции с десятины после отчисления на семена:

| | | |
|---|---|---|
| ржи вместе с соломой в . . . . . | 48 | рубл. |
| картофеля . . . . . | 73 | » |
| яровых зерновых хлебов в . . . . . | 45 | » |
| льна (Тверской район) . . . . . | 124 | » |

и вычитая отсюда стоимость работы конской (по Струмилину) по 20 коп. за 1 kWh, мы найдем, что каждый затраченный киловатт-час людской энергии оценивается:

| | | |
|---|---|---|
| на десятине ржи в . . . . . | 1 р. | 63 к. |
| » » картофеля в . . . . . | 1 » | 62 » |
| » » яровых зерновых хлебов в . . . . . | 1 » | 74 » |
| » » льна в . . . . . | 1 » | 64 » |
| В среднем . . . . . | 1 р. | 66 к. |

Выведенная здесь стоимость работы в 1 kWh, как сезонной, должна быть несколько выше средней годовой, которая получится от деления условного годового дохода от хозяйства в целом на трудовые затраты в год. Во всяком случае эта стоимость настолько высока, что замена электродвигателем человека и на этой работе, где человек играет роль живого двигателя, экономически рентабельна и целесообразна, даже при высоких тарифах на электрическую энергию.

Найденная стоимость 1 kWh работы, затрачиваемой крестьянином в полеводстве, как мы уже сказали, выше средней годовой. Чтобы определить последнюю, мы основываемся на исследованиях Л. И. Литошенко крестьянского бюджета в 1922/23 г. [1]).

По данным Л. И. Литошенко годовой доход на одну рабочую силу в среднем по 61 губернии СССР определен в 96 р. 95 к. Чтобы найти стоимость затраченного киловатт-часа мускульной человеческой энергии, нужно из доходности на 1 рабочую силу вычесть стоимость затраченной энергии рабочих животных, которая в количественном выражении составляет около 150% от людской [2]). Следовательно, если человек затрачивает в год около

---

[1]) „Сельское хозяйство на путях восстановления“—изд. СНК СССР—1925 г. стр. 90—93.

[2]) Е. М. Тарасов—„Труды Госплана“, книга IV, 1923 г. стр. 40.

126 kWh, (см. выше), то вместе с тем затрачивается $126 \times 1{,}5 =$ $= 189$ kWh энергии рабочих животных. Оценивая последнюю по 20 к. за 1 kWh, получим общую стоимость ее 37 р. 80 коп. Таким образом, на долю крестьянина для оплаты его труда, остается 96 р. 95 к. — 37 р. 80 к. = 59 р. 15 к. Отсюда 1 kWh живой человеческой энергии оплачивается в среднем по (59 р. 15 к. : 126)= $=$ 47 к., при чем у зажиточных слоев дороже, у бедноты—дешевле. В отношении отдельных губерний и областей СССР — стоимость 1 kWh людской работы также различна. Она целиком зависит от высоты условного дохода получаемого с/х. населением от сельского хозяйства. Так например, в Кубано-Черноморской области стоимость 1 kWh равна 1 р. 50 к. в среднем за год, а в Чувашской области — только 28,4 коп.

Однако, мы впали-бы в ошибку при определении потребителей электрической энергии сельских электрических станций, если бы стали базировать на свои расчеты только на приведенных данных. К сожалению, в известных случаях сельское население на данной стадии развития сельского хозяйства расценивает свой труд в зависимости от нетто стоимости с/х. продуктов, как первоисточника его энергетических затрат. Поэтому, как минимум оплаты затраченного киловатт-часа энергии крестьянином, следует считать стоимость крестьянского пайка, эквивалентного энергии в 1 kWh.

По различным источникам (наблюдения), суммированным Словцовым, крестьянский паек (для 12 губерний Европейской части СССР) состоит из:

| | |
|---|---|
| 130 g белка . . | 3 900 Cal. |
| 61 „ жиров . . . | |
| 745 „ углеводов. . | |

По современным ценам на с/х. продукты каждая, калория крестьянского пайка, выраженная в работе, стоит от 0,02 к. в коровьем масле, до 0,003 к. в хлебе, или в среднем около 0,007 к. за калорию. Так как хлебных калорий, а также углеводных, крестьянин, как правило, потребляет более $^2/_3$, мы берем не арифметическое среднее между 0,02 к. и 0,003 к., а с поправкой на большее удельное значение хлебных и других дешевых калорий в крестьянском пайке.

Таким образом общая стоимость среднего суточного пайка крестьянина равна $0{,}007 \times 3\,900$. Cal $= 27{,}3$ к. Если 1 000 Cal. обра-

зуют работу в 85 000 kg. m., а 3 900 Cal. — 331 500 kg. m и эквивалентны работе 0,9 kWh, то стоимость 1 kwh мускульной крестьянской работы в этом случае, с учетом только стоимости пайка, соответствующего энергии в 1 kWh, оценивается в 30,5 к. Эта стоимость выявлена как средняя, исходя из нормального состава пайка. Между тем довольно значительная часть с/х. населения (беднейшего) питается еще хуже, потребляя в $^{7}/_{8}$ своего пайка хлеб и квас. При этом, исходя из стоимости одной хлебной калории в 0,003 к., мы найдем, что 1 kwh энергии человеческой в этом случае будет стоить только 13 к. (Одному полному киловатт-часу работы соответствует 4 330 Cal. энергии). Находясь без работы, человек, тем не менее, нуждается в пище для поддержания организма, причем, как указывалось выше, для такого поддержания организма требуется затрата ежедневно не менее 2 400 Cal. в среднем. Следовательно, в калькуляцию минимальной стоимости человеческого киловатт-часа работы должна входить и стоимость части калорий, идущих на поддержание организма, т. е. 2 400 Cal. Таким образом, минимальная стоимость 1 kWh человеческой мускульной работы должна быть принята в 13 к. В полунатурально-потребительском крестьянском хозяйстве мускульная человеческая сила может быть настолько дешева (около 13 к. за kWh.), что мы должны покончить с легендой, будто сельское хозяйственное производство может выдержать и очень высокие тарифы на электрическую энергию. Верхним пределом тарифа на электрическую энергию для с/х. потребителей следует, очевидно, признать тариф не дороже 30 к. за 1 kWh, это для районов с экстенсивным полутоварным хозяйством.

В районах с интенсивным товарным хозяйством, где себестоимость человеческой мускульной энергии несколько дороже, можно предвидеть повышение для сезонных крайне спешных, а также для некоторых высокорентабельных кустарных работ. Однако, и в кустарном промысле мускульный труд подсобных членов семьи может быть с успехом использован, и себестоимость его в известном роде будет не выше 30 к. за 1 kWh.

При всем этом следует помнить, что, помимо дороговизны электрической энергии, у населения сильны традиции в укоренившихся

способах работы и особенно неверие в бесперебойность снабжения его электрической энергией. Поэтому проблема развития сельского электростроительства упирается в тарифы на электрическую энергию, которые должны быть во всех случаях ниже 30 к. за 1 kWh франко потребитель.

Инж. В. А. Терехин, проработавший свыше 5 лет по совокупности в Боровичско-Валдайском районе и непосредственно наблюдавший за развитием сельского электростроительства в этом районе—приходит к выводу, что даже среди кустарей считается возможным использовать труд женщин и подростков за плату 13 к. в день. В переводе на трудовые затраты, выраженные в киловатт-сасах, эта плата соответствует 30 к. за 1 kWh.

Итак мы видим, что у с/х. населения на данной стадии развития сельского хозяйства оплачивается труд за 1 kWh:

| | |
|---|---|
| а) у наемных сезонных с х. рабочих. . . . . | до 3 р. 05 к. |
| б) у крестьян в сезонную пору . . . . . | „ 1 р. 66 к. |
| в) „ за весь год в среднем на рабочую силу . . . | „ — 47 к. |
| г) в работах не сезонных, где крестьянин компенсирует лишь затраты на питание, при условии применения нормального пайка | „ — 30 к. |
| д) Тоже, когда компенсируется расход на питание в случае применения хлебного пайка . . . . . | „ — 13 к. |

Выведенные нами данные об оплате труда с/х. населения дают возможность определить предел, выше которого не может быть поднята цена на отпускаемую электрическую энергию для первой группы потребителей ее.

Принимая во внимание стоимость 1 kWh энергии рабочих животных, которая еще применяется на молотьбе, водоснабжении, маслобойках, крупорушках, шерсточесалках, зерноочистке и целом другом роде других работ в сельском хозяйстве и на основании выведенного выше размера оплаты энергии людей — предел продажной стоимости электрической энергии для с/х. потребителей лежит, очевидно, между 20 — 30 к., или в среднем 25 к. 1 kWh.

С ростом интенсивности сельского хозяйства, с увеличением товарности его будет расти и заработная плата товаропроизводителя, вследствие чего сельское хозяйство сможет выдержать и более высокий тариф на энергию. Примером этому может служить высоко-интенсивное сельское хозяйство Швеции, Германии, Бельгии,

Швейцарии и др. стран, где тарифы на электрическую энергию выдерживаются в 50 к. и выше.

В условиях СССР все мероприятия по удешевлению электрической энергии с/х. потребителей, как-то удешевление строительства и удешевление кредита, должны проводиться с максимальной настойчивостью. До достижения удешевления тарифов на электрическую энергию необходимо с большой осторожностью включать в состав потребителей электрической энергии от сельских электрических станций такие отрасли и работы в сельском хозяйстве, где труд рабочего животного и человека еще в состоянии конкурировать с электродвигатели при высоких тарифах на электрическую энергию.

Переходя к анализу второй группы потребителей электрической энергии в сельском хозяйстве, т. е. с/х. предприятиям, имеющим механические двигатели, нужно отметить, что электродвигателю предстоит серьезная борьба по вытеснению с этих предприятий механических,— нефтяных, паровых, газовых, ветряных и гидравлических двигателей. Нужно признаться, что мы довольно легкомысленно и, порой, шаблонно относимся к определению состава потребителей электрической энергии включая эти предприятия. При составлении проектов электрических станций, обычно, применяют статистический метод, по которому подсчитывают количество продуктов, подлежащих переработке и при этом назначают высокий произвольный тариф на энергию. Само собой понятно, что результат из такого подхода приводит электрическую станцию к ничтожной нагрузке, предприятия не переходят на электрическую тягу, и станция убыточна. Так же, как и при определении стоимости работы человека и рабочих животных мы пытались найти верхний предел стоимости 1 kWh электрической энергии,—и в этом случае необходимо, прежде всего, найти стоимость работы данного механического двигателя на валу машины и отыскать также верхний предел стоимости 1 kWh электрической энергии в предвидении замены электродвигателем других не электрических двигателей. Ниже мы помещаем стоимость 1 kWh на валу двигателей, применяемых в предприятиях сельско-хозяйственного типа. Средняя стоимость единицы работы этих двигателей, выведенная в таблице и есть показатель того, до какой высоты могут быть подняты тарифы на электрическую энергию в сельском хозяйстве.

Таблиц V.

| Двигатель Дизеля. | Нефтяной двигатель. | Локомобиль. | Трактор 20 л. с. |
|---|---|---|---|

Мощноость двигателей—в лошадиных силах.

| 25 | 50 | 75 | 100 | 6 | 10 | 25 | 50 | 6 | 10 | 25 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Стоимость 1 kWh в копейках.

| 8,6 | 7,7 | 6,75 | 6 | 13,4 | 11 | 8,7 | 8 | 25 | 21,5 | 12,8 | 10,6 | 14,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

в среднем по всем четырем видам двигателей стоимость 1 kWh = = 11,8 коп.

Группа потребителей электрической энергии предприятий по переработке с/х. продуктов в смысле их электрификации находится в лучшем положении, так как во-первых, в большинстве из них электрификация и теплофикация, взаимно друг друга дополняя, представляют наиболее рациональный способ механизации производства, а во-вторых, при укрупненности производства и особого характера его одним механическим двигателем ограничиться нельзя—электрификация в этом случае представляет наиболее рациональный метод при замене общей трансмиссии электродвигателями.

Подробно о выгодности электрификации этой третьей группы промышленных предприятий будет изложено ниже в главе об электрокомбинатах. Здесь же в заключение необходимо особо остановиться на сельском электрическом освещении.

Электрическое освещение крестьянских домов и улиц деревень при включении в состав потребителей электрической энергии обычно принимается статистическим, не делая поправку на возможный процент неприсоединяемых абонентов. Между тем % неприсоединенных к сети абонентов нередко достигает довольно значительной величины 75—80% и даже больше. 100% присоединения, напротив, не существует вообще. Однако, при определении нагрузки станции берется коэффициент присоединенных, как правило, равным 100%.

Увеличение коэффициента присоединенных абонентов к сети станции зависит исключительно от тарифов на электрическую энергию для освещения. Для определения тарифов на электрическую энергию для освещения крестьянских дворов необходимо исходить из стоимости керосинового освещения с учетом расходов на спички, фитиль и амортизацию лампы со стеклом. Чтобы определить полную стоимость керосинового освещения я произвел следующие два наблюдения:

1) зажигал керосиновую семи-линейную лампу, наиболее распространенную среди середняцкой и отчасти бедняцкой части крестьянства СССР. В течение 10 часов эта лампа горела ровным пламенем, и за это время сгорело керосина 244 g:

2) На такое же время я зажигал 15-линейную лампу, которая горела ровным пламенем, и сгорело керосина в ней за 10 часов 442 g.

При определении продолжительности горения взял 1 800 часов и вывел, таким образом, для семи-линейной лампы годовой расход керосина—44 kg, а для 15-линейной—80 kg. Принимая, однако, во внимание неизбежный разлив, утечку и проч., я прибавляю к найденным расходам керосина еще по 10% и получаю полный расход керосина для 7-ми лин.—48,4 kg и для 15-ти линейной—88 kg.

При стоимости керосина в рознице в среднем 15 коп. за 1 kg найдем, что расход на керосин в первом случае составит в год 7 р. 25 к. и для второго случая—13 р. 20 к. Расход на стекла, фитили и спички в год составит для первого случая 1 рубль и второго—1 р. 50 к. Весь расход, таким образом, на керосиновое освещение в год составит для 7-ми линейной лампы—8 р. 25 к. и для 15-ти линейной—14 р. 70 к.

На электрическое освещение крестьянин соглашается обычно в случае, когда оно не будет дороже керосинового и когда единовременный расход на оборудование внутри дома будет предоставлен кредит хоть бы до 1 года.

Так как 7-линейная лампа применяется в наибольшем числе хозяйств, мы будем исходить при установлении тарифа на электрическую энергию из расходов на керосиновое освещение 7-линейной лампы, т. е. все расходы по электрическому освещению с одной лампы не должны превышать 8 р. 25 к. в год.

Расходы на электрическое освещение составляются из:

а) платы на электрическую энергию;

б) смены ламп (3 лампы в год);

в) амортизация внутреннего оборудования.

При стоимости ламп по 75 коп. штука замена их составит 2 р. 25 к. в год. Амортизация внутреннего оборудования при стоимости его около 8 рублей составит 1 рубль в год. Стоимость энергии, таким образом, составит 5 рублей в год. Исходя из расхода энергии на 16-свеч. лампу 20 W и общего числа часов горения в год—1 800, найдем, что расход электрической энергии составит в год—36 kWh, а тариф на энергию, поэтому, не должен превышать 14 коп. за kWh. Для зажиточной части населения, а также и для хозяйств, занимающихся домашним кустарным промыслом, сравнение расходов на электрическое освещение нужно вести с расходами на керосиновое освещение 15-линейной лампой, ибо для указанных групп населения электрическое освещение не будет обременительным. При тех же расходах на замену электрической лампы и амортизацию внутреннего оборудования плату за электрическую энергию можно допустить (14,70—3,75) = 10 р. 95 к.: 36 = 30 коп. Следовательно тариф на электрическую энергию для освещения этой группы крестьянского хозяйства не может быть выше 30 коп. Это для сравнительно небольшой группы хозяйств. Для большинства же населения этот тариф должен быть равным 14—15 коп. за 1 kWh, не больше.

Что выданный нами тариф на энергию для освещения должен считаться предельным, видно из данных инж. В. А. Терехина, который сообщает, что при тарифе на освещение в 1923 г. в 5 р. 80 коп. с лампы в год в Боровичско-Валдайском районе горело—2 745 ламп. Тариф в 5 р. 80 к. соответствовал 13,7 к. за kWh. С повышением тарифа в 1924 г. до 6 р. 50 к., что соответтствует 15,4 коп. за 1 kWh число ламп осталось 2 184 шт. а при тарифе в 1925 г. в 7 р. 20 к. с лампы, что соответствовало 16,8 коп. за 1 kWh число ламп осталось уже 2 000 шт. Таким образом тариф в 13,7 коп. за 1 kWh очевидно нужно считать для Новгородской губ. предельным, даже с кустарным промыслом. Следующая справка нас еще более убеждает в этом: число ламп по району, включенных в сеть было: 1920 г.—640 шт.; 1921 г.—770 шт.; 1922 г.—2 020 шт.; 1923 г.—3 250 шт.; 1924 г.—

3106 шт.; 1925 г.—2925 шт., итак 1923 г. был наилучшим по числу включенных в сеть ламп.

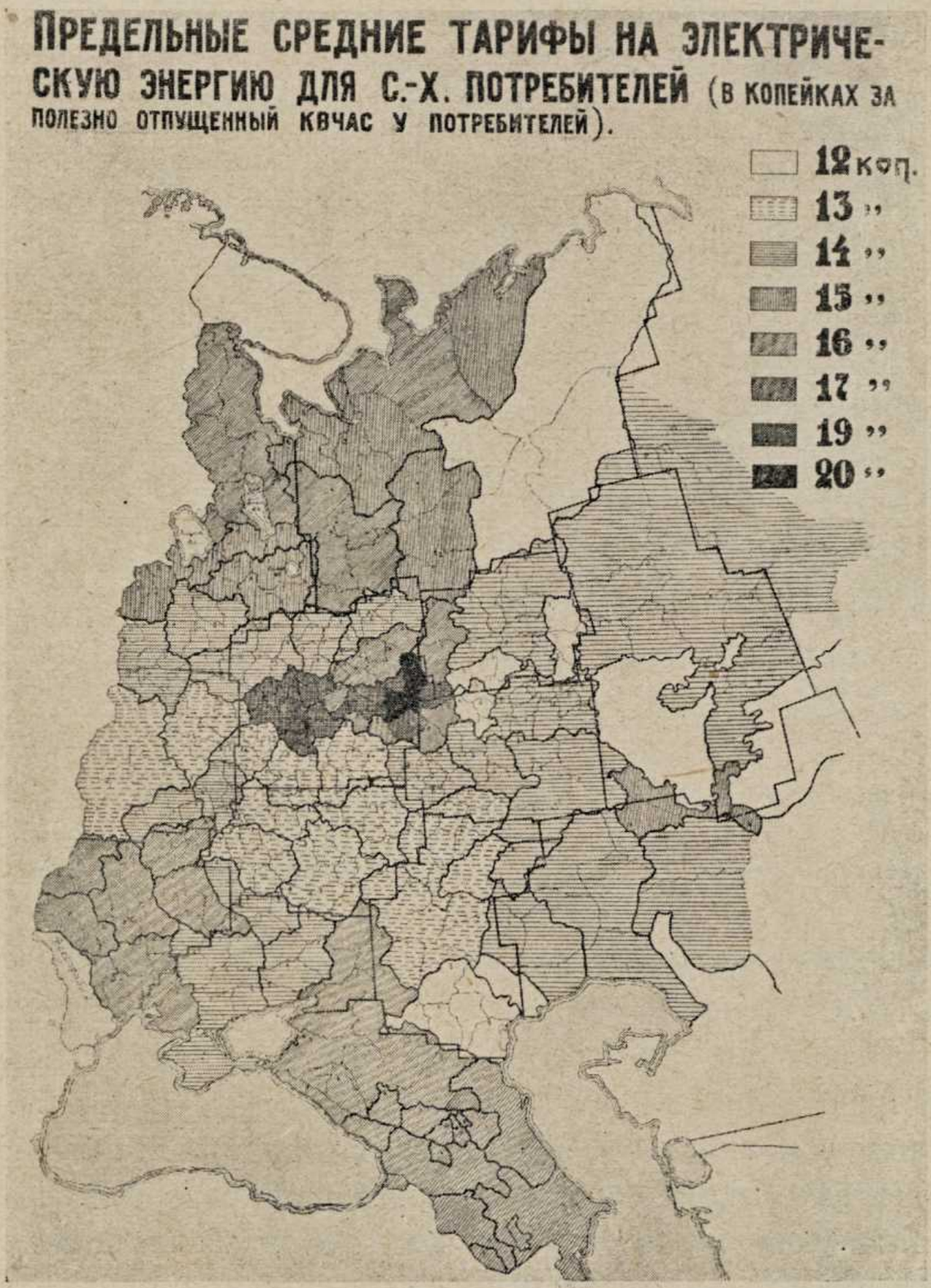



Рис. 1.

Из предыдущего рассмотрения предельных тарифов на электрическую энергию для с/х. потребителей можно сделать общий вывод о средних тарифах на энергию для отдельных районов СССР. При определении средних тарифов на энергию мы руководствовались следующими данными:

1) себестоимостью 1 kWh работы человека и животных;

2) стоимостью работы механических двигателей в зависимости от технической характеристики их и стоимости горючего по районам СССР;

3) стоимостью керосина в рознице при подсчете стоимости керосинового освещения, при чем принимаем во внимание прейскурантные цены Нефтесиндиката с накидкой на транспорт и накидки торгующих местных организаций;

4) составом потребителей электрической энергии: для каждого уезда СССР;

5) бюджетами крестьянского хозяйства;

6) товарностью крестьянского хозяйства и

На основе этих шести признаков и составлена карта рис 1 средних тарифов на электрич. энергию для с/х. потребителей, которые вместе с тем являются предельными при установлении продажной стоимости 1 kWh от сельских станций у потребителя.

## РАЗДЕЛ ТРЕТИИ.

### Стоимость сельского электростроительства.

При определении стоимости электрификации мы пользовались данными:

а) обследования 446 сельских электрических станций, произведенное ЦСУ в 1925 году;

б) материалами «Электросельстроя» по данным о построенных 76 электрических станциях на I/X—1926 г.;

в) тоже материалы «Электросельстроя» по проектным данным о 60 электрических станций общественного пользования.

В отношении первой группы электрических станций у нас имеются сведения о стоимости одного установленного киловатта мощности станции. Более подробные сведения отдельных слагаемых стоимости киловатта по данным ЦСУ, к сожалению, отсутствуют и вообще следует отметить ненадежность сведений, полученных от ЦСУ, которые записывались со слов владельцев станций. А известно, что много электрических станций построено в период военного коммунизма, когда отдельные машины и материалы получались случайно, порой бесплатно, или за ничтожную плату.

Поэтому сведения, собранные ЦСУ, мы принимаем лишь, как ориентировочные.

В сведениях «Электросельстроя» имеется также элемент случайности, однако они значительно ближе к действительности.

В числе обследованных ЦСУ в 1925 году сельских электрических станций находятся:

1-я группа—сельские станции общественного пользования—115 станций, суммарная мощность коих 3 274 kW, или средняя 28,4 kW.

2-я группа—сельские промышленные станции с общественной нагрузкой—176 станций, с общей мощностью 2 343 kW или средней мощностью 13,3 kW.

3-я группа—сельские промышленные электрические станции без общественной нагрузки—40 станций, с общей мощностью в 186 kW, или средней мощностью 4,65 kW.

И вне групп—115 станций без указания характера нагрузки.

По роду первичных двигателей и стоимости установленного киловатта ЦСУ делит все обследованные станции на 4 группы:

| | | |
|---|---|---|
| а) паровые станции . . . . . | 500 | рублей на kW |
| б) станции с двигат. внутрен. сгорания . . . . . | 1 050 | „ „ „ |
| в) гидравлические станции . . . | 644 | „ „ „ |
| г) смешанные станции . . . . . | 1 140 | „ „ „ |
| или в среднем около . . . . . | 830 | „ „ „ |

Как увидим ниже, эти данные совершенно не соответствуют действительности, и мы их приводили лишь потому, что некоторые авторы на них ссылаются.

Стоимость установленного киловатта на станции по работам, законченным «Электросельстроем» к 1 октября 1926 года, выявлена в среднем в 825 рублей, в которую не вошли затраты самого населения, как: заготовка строительных материалов, столбов, предоставление транспортных средств и др. работы. По некоторым станциям заказчик имел здание, а иногда и первичный двигатель. Мы эти затраты самого заказчика можем принять в 30% от строительной сметы. Таким образом, общая стоимость 1 kW будет:

$$\frac{825.100}{70} = 1\,180 \text{ рублей}^{1})$$

[1]) В эту стоимость в редких случаях входят вводы и внутреннее оборудование, которые вместе составляют от сметы до 18,8% в среднем по 8 группам станций (см. таб. $V_1$).

В указанную группу электрических станций вошли как станции общественного пользования, так и станции смешанные и промышленные без общественной нагрузки. Выведенная стоимость установленного киловатта поэтому не дает также правильного представления об истинной стоимости. Нас должны интересовать по преимуществу станции общественного пользования, а в числе законченных «Электросельстроем» имеются и промышленные, как например, при элеваторах, бэконных фабриках и проч., которые значительно понижают стоимость установленного киловатта на станциях. Поэтому мы выделяем 60 электрических станций общественного пользования, частью законченных «Электросельстроем», частью находящихся в постройке, а также станции, по большей части которых только составлены проекты и сметы, но к сооружению их по ряду причин не приступлено.

У «Электросельстроя» за $2^1/_2$ года его деятельности накопился материал, по которому можно судить, без риска впасть в крупные ошибки, о стоимости сельской электрификации. Из 269 ориентировочных и исполнительных смет мы избрали всего 60, применительно к сельским станциям общественного пользования. По этим сметам имеются более или менее точные данные об отдельных слагаемых стоимости. Избранные 60 электрических станций разбиваются на:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | группа—станций | постоян. тока мощностью от . . . . . | 0 | до | 15 kW |
| 2 | „ „ | „ „ „ „ . . . . . | 15 | „ | 32 „ |
| 3 | „ „ | перемен. тока (без высокого напряжения), мощностью от . . . . . | 20 | „ | 32 „ |
| 4 | „ „ | тоже на такую же мощность, но с высоким напряжением; | | | |
| 5 | „ „ | перемен. тока высок. напряж. мощностью от . | 32 | „ | 75 „ |
| 6 | „ „ | „ „ „ „ „ „ . | 75 | „ | 150 „ |
| 7 | „ „ | „ „ „ „ „ „ . | 150 | „ | 500 „ |

Из данного исследования с несомненностью устанавливается, что с ростом мощности станций понижается стоимость установленного киловатта на станции, и наоборот.

Так стоимость 1 kW мощности станции в 15 kW (постоян. тока) 2 100 рубл., переменного тока низкого и высокого напряжения при мощности 20—32 kW = 2 100 рублей, в то время, как на станциях от 75 до 150 kW = 1 800 рубл., или на станциях от 150 до 500 kW стоимость 1 kW 1 660 рубл. На повышение стоимости

станции сильно влияет высокое напряжение, особенно в станциях с малыми мощностями. Так по станциям 3 и 4 группы переменного тока имеем для станций с низким напряжением стоимость установленного 1 kW-1 580 рубл. и для станций такой же мощности, с высоким напряжением, 2 500 рубл.

Как правило, на изменение стоимости установленного киловатта оказывает влияние сеть. Если выделить отдельно стоимость центральной станции со зданием и всем механическим и электрическим оборудованием, то найдем, что эта стоимость на установленный 1 kW равна:

| | | |
|---|---|---|
| Для станции до 15 kW | . . . . . | 954 рубл. |
| „ „ постоян. тока до 32 kW | . . | 800 „ |
| „ „ перемен. тока „ 32 „ | . . | 947 „ |
| „ „ „ „ „ 75 „ | . . | 980 „ |
| „ „ „ „ „ 150 „ | . . | 816 „ |
| „ „ „ „ „ 500 „ | . . | 610 „ |
| в среднем | . . | 850 рубл. |

Разница в стоимости отдельно центральной станции на установленный 1 kW между крайними пределами в 610 и 980 рубл. составляет 370 рубл. или 60,5%.

Как было сказано выше, на изменение стоимости установленного 1 kW в большей степени влияет сеть. Стоимость сети на 1 kW установленной мощности отдельно взятая без вводов составляет:

| | | |
|---|---|---|
| Для станции до 15 kW постоянного тока | . . . . . | 776 рубл. |
| „ „ „ 32 „ „ „ | . . . . . | 660 „ |
| „ „ „ 32 „ переменного тока в/н | . . . . | 1 075 „ |
| „ „ „ 32 „ „ „ н/н | . . . . | 370 „ |
| „ „ „ 75 „ „ „ в/н | . . . . | 820 „ |
| „ „ „ 150 „ „ „ в/н | . . . . | 654 „ |
| „ „ свыше 150 kW „ „ в/н | . . . . | 806 „ |
| в среднем | . . . . . | 737 рубл. |

Из сравнительной стоимости сети на один установленный киловатт видно, что наименьшая стоимость приходится на станции переменного тока с низким напряжением мощностью до 32 kW, которая равна 370 рубл. Наибольшая стоимость сети на установленный 1 kW приходится на станции тоже до 32 kW, но с переменным током и высоким напряжением. Она повышается на 1 kW до 1 075 рубл. или выше предыдущей стоимости на

190%. Итак мы видим, что для разных мощностей стоимость отдельно центральной станции, отнесенная к установленному киловатту, колеблется на 60,5%, а стоимость сети на 190%.

Стоимость вводов и внутреннего оборудования в крестьянский дом у нас входит в общую стоимость станции и сети. Если эту стоимость не принимать в расчет, т. к. обычно внутреннее оборудование, а иногда и вводы оборудует сам потребитель за свой счет, то стоимость установленного киловатта без вводов и внутреннего оборудования будет равна:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Для станций | постоянного | тока | до | 15 kW | . . . . . | 1 730 | рубл. |
| „ „ | „ | „ | „ | 32 „ | . . . . . | 1 460 | „ |
| „ „ | перемен. | тока | н/п до | 32 „ | . . . . . | 1 210 | „ |
| „ „ | „ | „ | в/н „ | 32 „ | . . . . . | 2 010 | „ |
| „ „ | „ | „ | „ „ | 75 „ | . . . . . | 1 800 | „ |
| „ „ | „ | „ | „ „ | 150 „ | . . . . . | 1 470 | „ |
| „ „ | „ | „ | „ и выше | 150 | . . . . . | 1 416 | „ |
| | | | | в среднем | . . . . | 1 570 | рубл. |

Стоимость установленного 1 kW без вводов и внутреннего оборудования в среднем 1 570 рубл. должна быть признана крайне высокой. Особенно она обременительна при существующем дорогом и непродолжительном кредите. Амортизация оборудования и %% на капитал являются поэтому самыми обременительными и главными слагающими в стоимости электрической энергии от сельских электрических станций.

Мы анализировали самостоятельные сельские станции общественного пользования. У нас отдельно обследованы стоимости электрических станций, находящихся в составе комбинатов из предприятий по переработке с/х. продуктов. При этих последних стоимость установленного киловатта, отнесенная к той части станции, которая работает на общественную нагрузку, выведена в 1 255 рубл. Снижение стоимости 1 kW получается, главным образом, вследствие снижения стоимости здания до 3,7% вместо 10% в среднем по станциям не комбинатным; получилось это вследствие того, что здание является одновременно и станционным и заводским. По этой же причине вся стоимость на 1 kW, отнесенная в части центральной станции стоит только 484 рубл. вместо 850 рубл. в среднем по всем другим станциям не комбинатным. Наконец и сеть, в виду концентрации потребителей по возможности около комбината,

несколько дешевле на 1 kW (607 рубл.) вместо 737 рубл. в среднем по другим станциям не комбинатным.

Обобщая все данные о стоимости электрических станций, как самостоятельных с общественной нагрузкой, так и в составе электрокомбинатов—мы сводим их данные в следующую сводную таблицу VI.

## РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

### Зависимость стоимости сельского электростроительства от плотности населения и характера землеустройства.

Из рассмотрения отдельных слагаемых стоимости установленного киловатта (см. таблицу VI) вытекает, что по мере увеличения мощности станции: а) стоимость здания относительно падает; б) стоимость первичного двигателя и электрооборудования изменяется довольно мало; в) изменяемость главным образом происходит в стоимости сети, особенно при небольших мощностях станции и при высоком напряжении.

Обращая особое внимание на последнее обстоятельство, мы считаем необходимым специально остановиться на изучении факторов, удорожающих сети сельских электрических станций Факторы, удорожающие стоимость сети (помимо технической) суть следующие:

а) плотность населения, приходящегося на единицу площади;

б) характер землеустройства (крупное или мелко-поселковое).

В числе слагаемых стоимости электростроительства нужно различать две величины:

Первая — постоянная величина, куда относятся: внутреннее оборудование в домах, вводы и центральная станция. Изменение в стоимости этих слагаемых не зависит от характера землеустройства, величины поселков и относительного расположения поселков один к другому.

Вторая — переменная величина, которая зависит от плотности населения, характера землеустройства и величины поселков и их взаимного расположения. Сюда относятся сети высокого

*Таблица № VI*

| Наименование группы станций. | Средн. мощн. станц. группы kW | Средн. стоим. станц. Рубли | Стоимость установ. 1 kW мощн. Рубли: Общая | В том числе: Станция | Сеть | Вводы | Внутренн. обор. | Отдельно стоимость к общей в %/%: Здание станции | Первичн. двигатель | Электрич. часть | Сеть высокого напряжения: Столбы | Элек. обор. | Понизит. трансформ. подстанции: Здание | Элек. обор. | Сеть низкого напряжения: Столбы | Элек. обор. | Вводы | Внутр. оборуд. | Наружн. освещ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) Станции пост. тока мощн. от 0 до15 kW . | 10,5 | 22 050 | 2 100 | 954 | 776 | 114 | 237 | 13 | 21,4 | 11,1 | — | — | — | — | 9,3 | 27,8 | 5,4 | 11,3 | 0,7 |
| 2) Станции пост. тока мощн. от 15 до 32 kW | 23,5 | 48 275 | 2 050 | 800 | 660 | 198 | 377 | 9,2 | 20,6 | 9,1 | — | — | — | — | 10,3 | 22,1 | 9,6 | 18,9 | 0,7 |
| 3) Станции перем. тока. мощн. от 20 до 32 kW н/н. . . | 26,6 | 42 250 | 1 580 | 840 | 370 | 124 | 243 | 12,6 | 26,2 | 14 | — | — | — | — | 6,6 | 17,1 | 7,8 | 15,3 | 0,4 |
| 4) Станции перем. тока мощн. от 20 до 32 kW в/н . | 25,5 | 63 400 | 2 500 | 935 | 1075 | 173 | 312 | 7,3 | 17 | 13,1 | 4,5 | 14 | 1,6 | 8,8 | 4,9 | 9,1 | 7 | 12,4 | 0,3 |
| 5) Станции перем. тока мощн. от 32 до 75 kW в/н . . . . | 47,4 | 102 858 | 2 170 | 980 | 820 | 129 | 232 | 10,3 | 23,5 | 11,5 | 2,5 | 7,4 | 1,3 | 7,5 | 5,7 | 13,1 | 5,9 | 10,8 | 0,5 |
| 6) Станции перем. трехфазн. тока от. 75 до 150 kW в/н . | 115 | 207 000 | 1 800 | 816 | 654 | 100 | 215 | 9,2 | 25,7 | 10,6 | 1 | 4,1 | 0,8 | 7 | 6,7 | 17,1 | 5,5 | 12 | 0,3 |
| 7) Станции перем. трехфазн. тока мощн. свыше 150 kW | 300 | 498 920 | 1 660 | 610 | 806 | 88 | 156 | 8 | 19 | 10 | 4,5 | 17,5 | 1,5 | 11 | 4,5 | 9 | 5 | 9,5 | 0 |
| 8) Станции электро-комбинатные трехфазн. тока в/н мощностью от 150 до 300 kW . . | 190 | 238 750 | 1 255 | 484 | 607 | 64 | 100 | 3,7 | 20,1 | 14,8 | 4,1 | 14,1 | 1,1 | 9,5 | 5 | 14,4 | 5,1 | 8 | — |

напряжения и сети, питающие и распределительные низкого напряжения.

Предварительно определить стоимость внутреннего оборудования и вводов, а также и центральной станции, относящиеся на один двор, можно на основании данных о единичных расценках по числу вводов и по числу ламп. Тоже в отношении стоимости центральной станции, приходящейся на один двор, на основании данных о стоимости 1 kW мощности станции и средней мощности, приходящейся на двор.

Несколько иначе дело обстоит со стоимостью питающей и распределительной сетей, приходящихся на один двор, ибо последние зависят, прежде всего, и главным образом от длины сети, особенно в условиях сельской малой плотности тока на 1 mm сечения провода. Поэтому мы считаем не лишним остановиться на определении общих коэффициентов протяженности на сетей один поселок и на один двор, а отсюда и на определении стоимости сети на двор.

Располагая поселки на данной площади в различных вариациях и сопоставляя данные о протяженности сети на один поселок, действительные с теоретическими, мы вывели следующую формулу для определения протяженности сети на один поселок.

Если поселки расположить в строго шахматном порядке на данной площади и нанести сеть между всеми поселками. то мы найдем, что длина сети, приходящаяся на один поселок будет равна стороне квадрата, или квадратному корню из площади, занимаемой поселком. На основании этого вывода формула приняла бы следующий вид: обозначая длину линии через L, число поселков через n и площадь, приходящуюся на один поселок в кв. километрах через S, тогда получим формулу:

$$L = \sqrt{\frac{S}{n}}$$

Однако фактическое расположение поселков редкое может быть в строго шахматном порядке, а действительная длина сети на один поселок будет, следовательно, короче теоретической. Выводя теоретические протяженности сети на поселок и сопоставляя их с действительными мы вывели средний поправочный коэффициент протяженности сети на один поселок.

Таких примерных подсчетов с различных местностей СССР мы взяли 6. Сводку данных по этим примерам приводим в таблице VII.

Таблица VII.

| №№ Примеров. | Длина сети на село km | Селений на 100 km² | Средний размер селений (дворов) | Число дворов на 1 km² | Длина сети на 1 двор m² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 3,05 | 3,92 | 286 | 17,2 | 10,78 |
| 2 | 4,06 | 4 | 193,5 | 7,74 | 21,07 |
| 3 | 5,26 | 2,53 | 223 | 5,65 | 23,66 |
| 4 | 6,4 | 1,8 | 222 | 4 | 28,80 |
| 5 | 4,67 | 3,4 | 118 | 4 | 39,675 |
| 6 | 1,4—2 | 19,4 | 26,5 | 5 | 53,60 |

В графе 3-й этой таблицы выведены количества поселков на 100 km² и делением 100 km² на число поселков мы находим площадь в кв. километрах, приходящуюся на один поселок. Следовательно, если взять эту площадь и по формуле $L = \sqrt{\frac{S}{n}}$ определить теоретическую длину сети на один поселок, мы найдем, что теоретическая длина всегда будет короче действительной. Отсюда поправочный коэффициент определяем в следующей таблице VIII (стр. 29).

Найденное отношение действительной длины сети к теоретической мы принимаем, как поправочный коэффициент к формуле $L = \sqrt{\frac{s}{n}}$. Округляем его до 0,8: тогда формула окончательно примет следующий вид: $L = 0{,}8\sqrt{\frac{s}{n}}$, которая должна читаться так: длина сети (питающая и распределительная) в километрах на один поселок равна произведению из 0,8 на корень квадратный из площади, приходящейся на один поселок в кв. километрах.

Пример: В данном районе средняя плотность населения 100 душ на 1 km². Средняя величина поселка 300 дворов, средний размер

Таблица VIII.

| №№ Примеров. | Теоретическая длина сети на 1 пос. по формуле | Действит. длина сети на 1 пос посчитана с натуры на плане местностей | Отношение действит. длины сети к теоретической. |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 4 | 3,05 | 0,76 |
| 2 | 4,9 | 4,06 | 0,83 |
| 3 | 6,2 | 5,26 | 0,85 |
| 4 | 7,4 | 6,4 | 0,86 |
| 5 | 5,35 | 4,67 | 0,87 |
| 6 | 2,05 | 1,42 | 0,69 |
| | | В среднем . . . | 0,81 |

семьи — 5 душ, тогда площадь, приходящуюся на один поселок, находим:

а) 100 : 5 — 20 дворов на 1 $km^2$ площади;
б) каждый двор занимает 1/20 или 0,05 $km^2$ площ.
в) поселок занимает $0,05 \times 300 = 15$ $km^2$.

По формуле $L = 0,8 \sqrt{\frac{s}{n}}$, находим $L = 0,8 \sqrt{15} = 3,1$ km на поселок. Нахождением длины сети на один поселок решается только часть задачи, т.-е. определяется лишь протяженность сети на поселок. Для того же, чтобы определить длину сети, приходящуюся на один двор, нужно найденную по формуле длину сети на поселок разделить на число дворов в поселке.

Разумеется все эти формулы имеют в виду подсчеты сетей при сплошной электрификации крупных районов и во всяком случае, нескольких сел. Однако, если электрическая станция строится для одного села, тогда сеть приходящаяся на двор будет относительно короче.

В разобранных нами 8 групп станций (табл. VI) стоимость сети при станциях до 32 kW переменного тока и с низким напряжением, как мы видели, минимальная — 370 рубл. на 1 kW. Такая низкая стоимость получилась в силу того, что сеть обслуживает

или одно село, в лучшем случае, или несколько сел, весьма близко расположенных одно к другому — в худшем случае.

Во всяком случае характер землеустройства играет не последнюю роль в удорожании сельских электрических сетей. Особенно это подтверждается данными Планового Бюро «Электросельстроя» о длине сети на один двор при одной и той же плотности населения, но различном характере землеустройства.

Так, располагая на заданной площади крестьянские хозяйства в различных формах крупного и мелкого поселкового землеустрой-

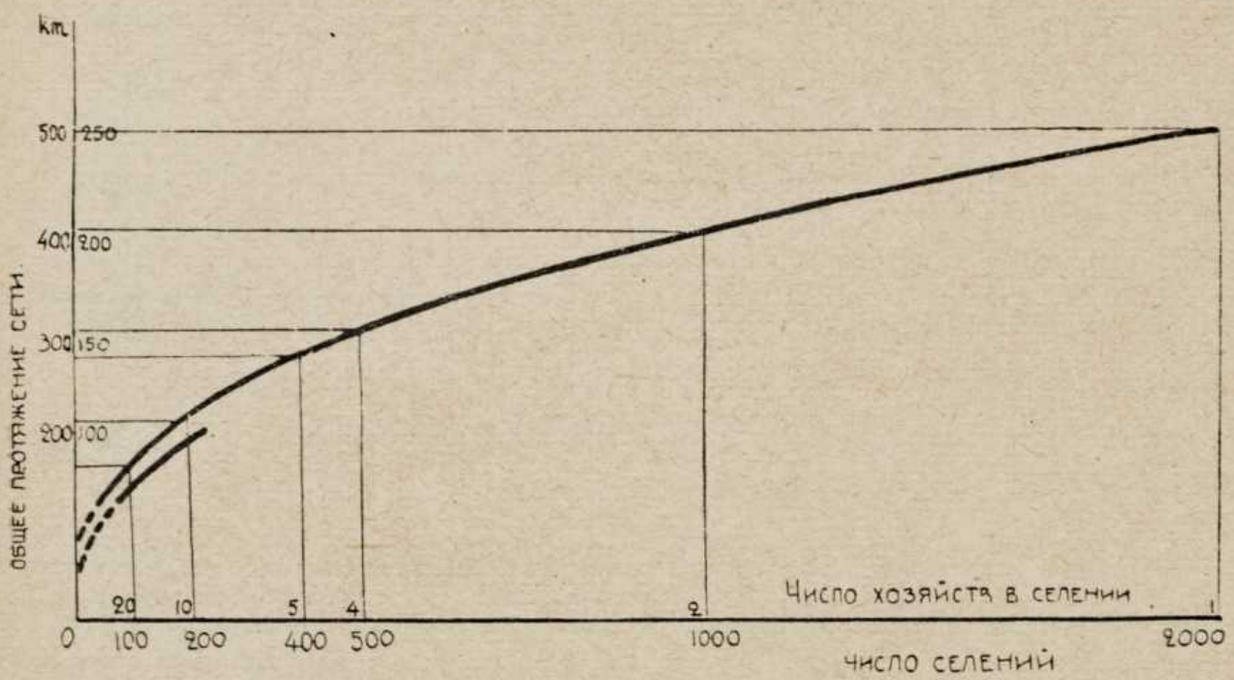



Рис. 2.

ства, мы найдем, что длина сети на один двор при плотности 10 душ на 1 km$^2$ будет равна (см. график рис. 2):

а) при хуторском шахматном землеустройстве свыше 250 m.

б) при поселении в одном поселке — менее 50 m.

Пользуясь выведенными нами формулами об определении длины сети на двор в различных условиях плотности населения и характера землеустройства, мы сделали попытку подсчитать стоимость сетей на один двор для всех уездов СССР.

Данные о плотности населения и характере землеустройства взяты из различных печатных источников и относятся к среднеуездным. Надо заметить, что внутри уезда могут найтись волости весьма сильно разнящиеся между собой, как по плотности населения, так и по характеру землеустройства. Отсюда, следовательно, нужно принимать их как сугубо ориентировочными.

Что касается стоимости оборудования 1 km сети высокого (не более 6 600 V) и низкого напряжения мы пользовались единичными расценками «Электросельстроя». И в отношении их тоже следует иметь в виду, что расценки относятся к первым двум годам деятельности «Электросельстроя», когда при сравнительно небольшом объеме работ Общество не могло итти на крупные снижения единичных расценков. Так что с увеличением объема работ эти расценки неизменно будут снижаться, а выведенные нами стоимости сооружения сети на один двор нужно принимать предельно высокими.

Помещаемые карты рис. № 3 и 4 суммируют:

1) число и средний размер селений;

2) стоимость сети на один двор [1]).

В этих картах выявлена лишь стоимость сети питающей и распределительной на один двор, не учтена стоимость внутреннего оборудования и самой станции. Из предыдущего мы видели, что стоимость внутреннего оборудования в среднем составляет 11,5% и центральная станция — 44% от общей стоимости установки, а вместе 55,5%. Таким образом, найденную стоимость сети на один двор нужно еще удвоить, тогда мы будем иметь истинную стоимость полной электрификации одного двора. Правда, с укрупнением электрифицируемого района относительная стоимость центральной станции падает, особенно эта стоимость должна понизиться при присоединении к сетям крупных районных станций. В последнем случее увеличится лишь относит. стоимость трансформаторных подстанций. Следовательно, удваивая стоимость электрификации на один двор, мы получим сравнительно небольшое число уездов СССР, где полная стоимость электрификации будет ниже 100 рубл. на двор. В огромном же большинстве уездов и районов она дороже 100 рубл. на двор.

Высокая дороговизна сельского электростроительства само собой толкает население на путь приспособления для электрических станций готовых зданий, заготовки столбов на льготных условиях и доставки материалов и машин средствами населения, или бесплатно, или за низкую плату. Но если бы даже здание станции,

---

[1]) В составе стоимости распределительной сети мы посчитали и стоимость вводов.

столбы и доставка материалов ничего не стоили, все же удешевление электростроительства нужно искать в другом. В самом деле, из таблицы VI видно, что здание станции в среднем для семи групп

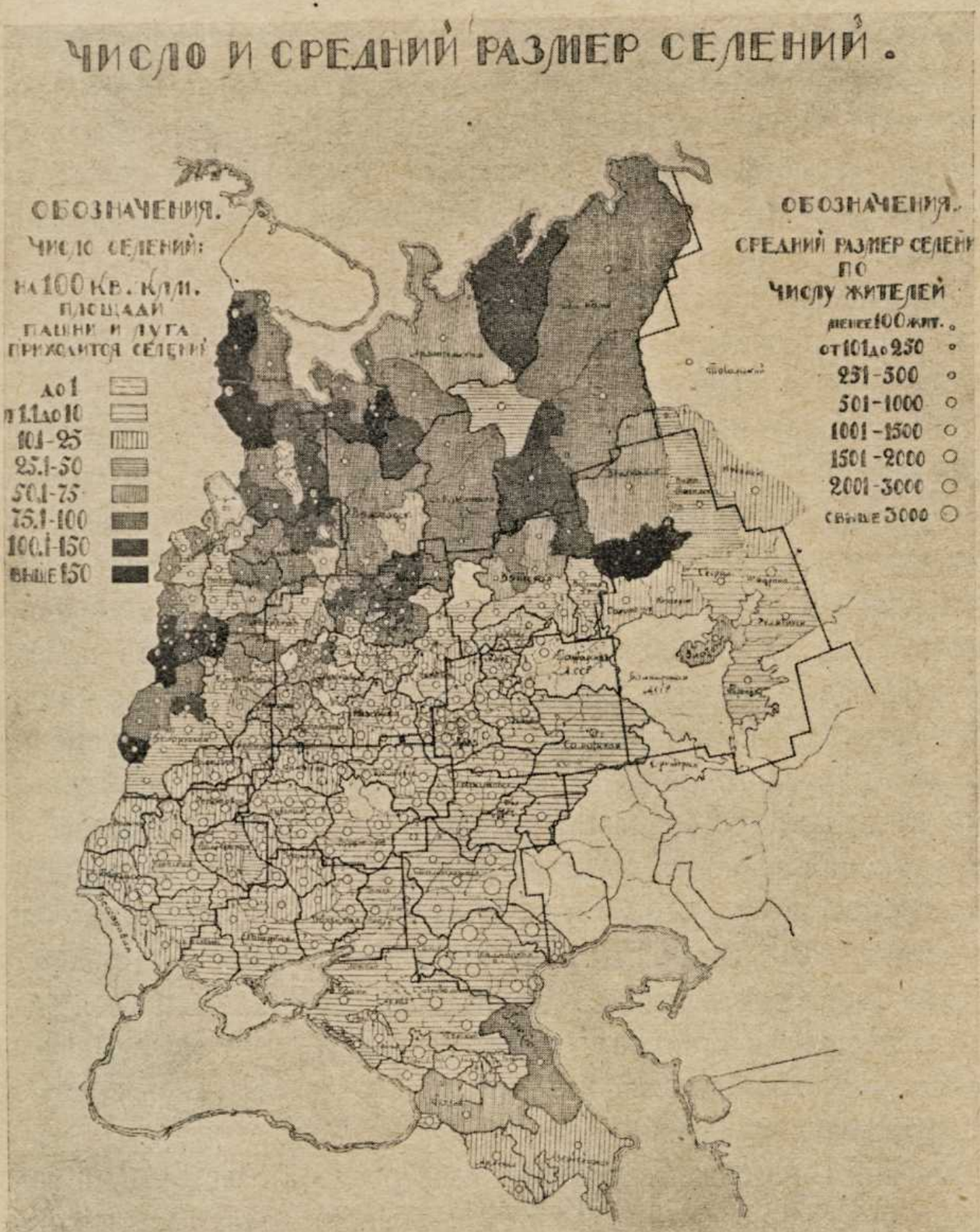



Рис. 3.

станций составляет всего 9,9%. Столбы для сети низкого и высокого напряжения в среднем — 8,6%; здание трансформаторной подстанции — 1,3% и транспорт грузов от жел.-дор. станции до места работ не более 1%, а всего 20.8%. Таким образом, при

самых благоприятных условиях — стоимость устанновленого киловатта может быть понижена за счет бесплатного предоставления

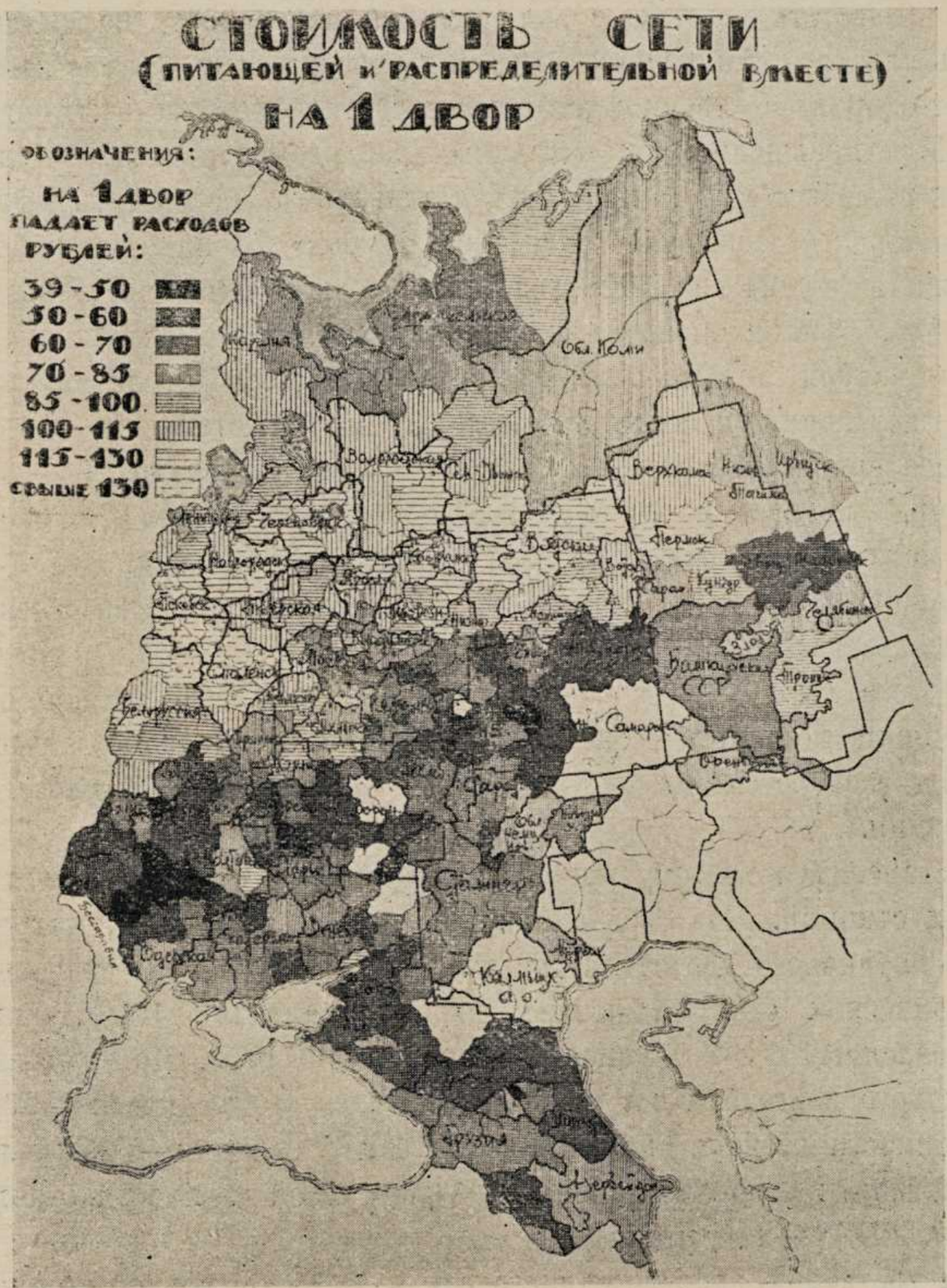



Рис. 4.

здания, столбов и перевозочных средств всего лишь на 20,8%. На деле этого, конечно, не бывает и в лучшем случае надо ожидать удешевления этих статей на половину, как максимум, а для всей установки на 10%.

Наш расчет все время ведется в предположении, что монтаж данной электрической установки выполняется той или иной электростроительной организацией. Последние, как правило, калькулируют стоимость монтажа с накидкой не менее 25% на себестоимость электро-технических изделий и рабочую силу. Между прочим, с ростом производственной деятельности электростроительных организаций и уменьшением их накладных расходов идет снижение и накидки на себестоимость при калькуляции сметы на монтаж. Так, у Акционерного Общества «Электросельстрой» % накидки на себестоимость с 1924 по 1926 год включительно снизился в среднем на 24%. Таким образом, в дальнейшем, с развертыванием производственной деятельности «Электросельстроя», последний будет итти неуклонно к снижению накидки на себестоимость и в ближайшее время мы вправе ожидать снижения еще на 25 — 30%. Так что удешевления от монтажа в совокупности мы можем ожидать на 10% не больше от всей стоимости установки.

Таким образом, максимального снижения стоимости электростроительства по линии удешевления здания, столбов, транспорта и монтажа мы можем ожидать не более 20%. Следовательно, актуальнейшим вопросом остается, разумеется, стремление к удешевлению электротехнических изделий и прочего механического оборудования.

Остановимся поэтому прежде на первичных двигателях электрических станций. Из сводной нашей таблицы VI видно, что стоимость первичного двигателя составляет в среднем по семи группам электрических станций и всем видам двигателя 21,8%, или на установленный 1 kW мощности станции—430 рубл. По дороговизне первичного двигателя на первом месте стоят Дизеля — 27,5% от стоимости всей установки, или на 1 kW станции—525 рубл.:

на втором — локомобили — 21,25% от всей стоимости станции, или на 1 kW—438 рубл.:

на третьем — нефтяные двигатели — 21% от полной стоимости всей установки, или на 1 kW—415 рубл.

При этой стоимости на 1 kW не может быть и речи, конечно, о постановке резерва на электрической станции, без которого бесперебойная работа станций и подача энергии потребителям невозможна, а перебои в работе, как известно, главная причина, задерживающая присоединение абонентов к каждой сельской электри-

ческой станции. Отсюда выработка стандартного дешевого типа двигателя для сел.-хоз. электрификации является первейшей и актуальнейшей задачей.

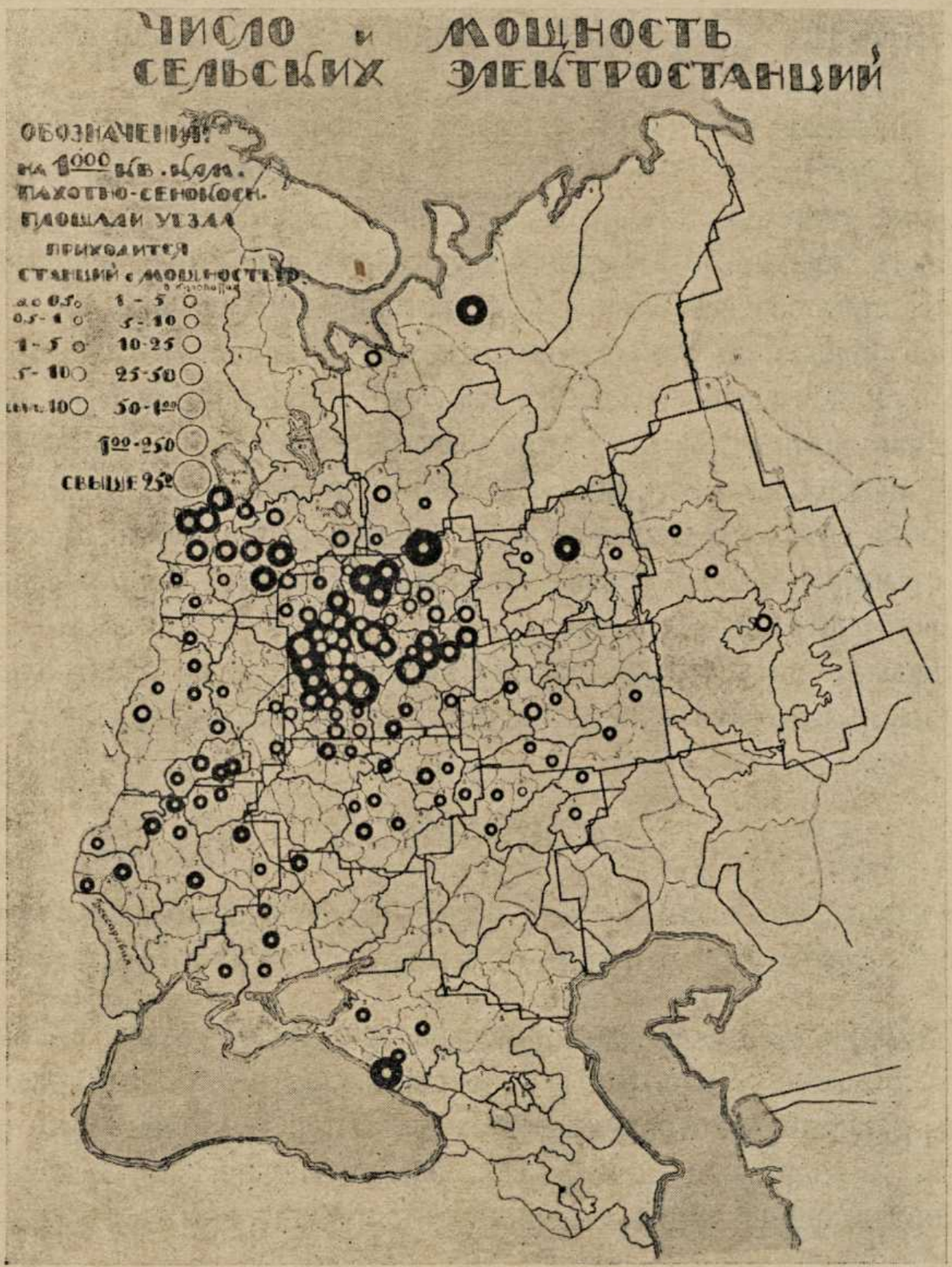



Рис. 5.

Не лучше деле обстоит с электротехническими изделиями. Цены на последние не снижаются, а наоборот, растут. Так ГЭТ с прейс-куранта делал в 1924 году «Электросельстрою» скидку в среднем в 17,5%, а в 1926 году эта скидка сведена до 5,5%,

т.-е. удорожание изделий для «Электросельстроя» в 1926 году, в сравнении с ценами в 1924 г., произошло на 14,5%. Но и без этого удорожания стоимость, например, электрической части центральной станции в среднем составляет по семи группам нами рассмотренных электрических станций — 11,3%, а на установленный 1 kW мощности — 224 рубля.

В сельских станциях стоимость электротехнических изделий, обычно, составляет 60 — 62% от общей стоимости работ и следовательно, умножая 224 рубля на 0,62 мы найдем, что заводская стоимость предметов электрического оборудования только центральной станции без сетей на 1 kW составит 138 рублей.

Для сравнения этой стоимости с заграничной укажем, что например, в шведских условиях на 1 kW установленной мощности заводская стоимость предметов электротехнического оборудования только центральных станций составляет не более 40 рублей.

Таким образом, удешевление предметов оборудования центральной станции должно стать главнейшей задачей наших электромашиностроительных трестов.

Цены на медь стоят столь же высоко, как и на электрические машины, и все сказанное о машинах относится также и к меди.

## РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ.

### Стоимость электрической энергии от сельских электрических станций по исследованиям «Электросельстроя».

Исследуя стоимость электрической энергии от сельских электрических станций, «Электрострой» основывался на данных эксплоатации станций в современных условиях при 2 000 и 3 000 часах работы в году, при чем взяты различные методы составления эксплоатационной сметы, например: при нормальных сроках амортизации капитальных затрат, при погашении заемного капитала в 5 лет, в 10 лет и, наконец, в 15 лет.

В первом случае — разбирая стоимость 1 kW при нормальных сроках погашения капитала, находим, что:

1) в станциях пост. тока до 15 kW при:

| | | |
|---|---|---|
| 2 000 час. работы . . . . . | 17 | к. за 1 kWh. |
| 3 000 „ » . . . . . | 19,2 | » » » |

2) тоже, мощностью до 32 kW при:
2 000 час. работы . . . . . 22,5 к. за 1 kWh.
3 000 » » . . . . . 17,2 » » »
3) в станциях перемен. тока низкого напряж. мощностью от 20– 30 kW при:
2 000 час. работы . . . . 19,75 к. за 1 kWh.
3 000 » » . . . 15 » » »
4) тоже, перемен. тока высокого напряжения, мощностью от 20—32 kW при:
2 000 час. работы . . . . . 25,8 к. за 1 kWh.
3 000 » » . . . 19,1 » » «
5) тоже, мощностью от 32 до 75 kW при:
2 000 час. рабочы . . . . . 18,6 к. за 1 kWh.
3 000 » » . . . . . 14 » » »
6) тоже, мощностью от 75 до 150 kW при:
2 000 чол. работы . . . . 15 1 к. за 1 kWh.
3 000 » » . . . . . 10,85 » » »
7) тоже, мощностью 300 kW при:
2 000 час. работы . . . 14,2 » » »
3 000 » » . . . . . 9, 5 » » »

Приведенные стоимости 1 kW энергии как мы видели, получились при коэффициенте полезного действия в первом случае— 22,8% и во втором — 33,3%. Надо признать, что эти коэффициенты для сельских электрических станций слишком высоки, особенно, если станция не базируется в своей работе на промышленно-сел.-хоз. нагрузке. Любопытные сведения сообщает инж. В. А. Терехин, знаток Боровичско-Валдайской сельской электрификации.— Так в своей работе (неопубликов.) В. А. Терехин приходит к выводу, что тепловой коэффициент полезного действия одной из неудачных установок (Денесинской) за 1924/25 год был только 1,7%, а для мощности генератора этот коэффициент был несколько выше и составлял для 1924/25 года только 3,4%.

К сожалению, пишет тов. Терехин, эти к. п. д. являются уделом не только одной Денесинской станции, но и многих станций Боровичского района, а мы от себя добавим, что и по всему Союзу ССР к. п. д. немногим выше Боровичских электрических станций.

В Боровичско-Валдайском районе работают уже несколько лет 7 сельских станций, обслуживающих по преимуществу абонентов осветительных. Наилучшим годом работы этих семи станций инж. Терехин признает 1923/24 г. и тем не менее калькуляция стоимости 1 kWh энергии у потребителя за этот год была:

| НАЗВАНИЕ СТАНЦИЙ. | Число ламп. | | Полная стоимость горения 1 лампы в месяц. коп. | Полная стоимость полезно отпущенного. 1 kWh. |
|---|---|---|---|---|
| | У кустарей. | У частн. лиц. | | |
| Бол. Крестовская . . . . . | 420 | 130 | 130,2 | 24,3 |
| Денесинская . . . . . | 119 | 272 | 209,9 | 39 |
| Сутокская . . . . . | 340 | 164 | 131,0 | 24,5 |
| Боровенская . . . . . | 310 | 177 | 161,0 | 30,3 |
| Шегринская . . . . | 292 | 475 | 143,3 | 26,7 |
| Сопкинская . . . . . | 101 | 39 | 132,0 | 24,7 |
| Порожская . . . . . | 60 | 135 | 76,5 | 14,3 |
| В среднем . . . | — | — | 140,0 | 26,3 |

Если принять во внимание, что средняя мощность рассмотренных станций Боровичского района около 28,5 kWh и число часов работы, в году в среднем (по данным В. А. Терехина) 1.530, то найдем, что стоимость 1 kWh. в 26,3 коп. весьма близко подходит к данным «Электросельстроя» о стоимости 1 kW от станций постоянного тока при мощности от 15 до 32 kwh. в среднем 23,4 kW, то-есть около 22,5 коп. при 2 000 час. работы.

Из этого следует, что данными «Электросельстроя» можно руководствоваться как средними, применительно к 2 000 час. работы.

Вследствие высокой дороговизны сельского электростроительства, как правило, станции строятся на заемные средства, которые составляют не менее 8% от суммы всех затрат. Кредитование сельского строительства только с 1925/26 года Центросельбанком применено частично из девяти лет и 6% годовых. Вообще же распространенный кредит на сельскую электрификанию практиковался до 5 лет редко из 6% годовых, и в большинстве случаев из 8 — 9 и даже 12% годовых. Мы не будем базировать своих расчетов на дорогом кредите, как 8 — 12% годовых, однако, продолжительность его в 5 и 10 лет очевидно еще будут применяться в довольно широких пределах. Поэтому, отходя от нормальных условий амортизации капитала, затраченного на электрическую станцию, мы приведем некоторые данные о стоимости 1 kW при

погашении капитала в 5, 10 и 15 лет. Из сводной таблицы стоимости 1 kWh. видно, что при 15-летнем сроке погашения почти приближаемся к нормальной амортизации, а посему более длинных сроков погашения мы не берем.

Анализ сводки стоимостей 1 kWh полезно отпущенной энергии у потребителя приводит к выводу, что:

1) по станциям до 15 kWh постоян. тока при 5-летнем сроке погашении капитала, стоимость с 3-го года поднимается до 41 коп. за 1 kWh; при 10-летнем—до 29 коп. и при 15-летнем—26,9 коп., или равна стоимости при нормальной амортизации;

2) по станциям постоян. тока мощностью в среднем 23,4 kW—стоимость 1 khW при 5-летнем сроке ссуды с 3-его года поднимается до 34 коп., при 10-летнем сроке ссуды—до 24 коп. и при 15-летнем сроке ссуды равна 22,4 коп.; последняя стоимость также равна стоимости при нормальной амортизации капитала;

2) по станциям переменного тока низкого напряжения мощностью от 15 до 32 kW стоимость 1 kWh с 3-его года эксплоатации:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| при | 5-летнем | сроке | ссуды . . . . | 30,9 | к. |
| » | 10 » | » | » . . . . | 22 | » |
| » | 15 » | » | » . . . . | 20,6 | » |

4) по станциям переменного тока с высоким напряжением мощностью от 15 до 32 kW стоимость 1 kWh с 3-его года эксплоатации станции:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| при | 4-летнем | сроке | ссуды . . . . | 44,6 | к. |
| » | 10 » | » | » . . . . | 29,8 | » |
| » | 15 » | » | » . . . . | 28 | » |

5) тоже по станциям с мощн. от 32 до 75 kW:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| при | 5 летнем | сроке | ссуды . . . | 36 | к. |
| » | 10 » | » | » . . . . | 23 | » |
| » | 15 » | » | » . . . . | 21,4 | » |

6) тоже, по станциям мощностью 75—150 kW:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| при | 5-летнем | сроке | ссуды . . . . | 30 | к. |
| » | 10 » | » | » . . . . | 19,4 | » |
| » | 15 » | » | » . . . . | 17,6 | » |

7) тоже, по станциям мощностью 150 300 kW:

при 5-летнем сроке ссуды . . . . 25,6 к.
» 10 » » » . . . . 16,7 »
» 15 » » » . . . . 15,2 »

Если сопоставить наши изыскания в отношении средних предельных тарифов на электрическую энергию для с/х. потребителей с материалами «Электросельстроя» сфактической стоимости 1 kWh., то станет совершенно очевидным, что ни 5-летний и ни 10-летний срок ссуды для сельских электрических станций не является приемлемым, 15-летний срок еще более или менее подходит к нормальным условиям амортизации капитала и из этого срока ссуды, очевидно, нужно исходить при построении плана сельской электрификации на ближайшее пятилетие.

Что касается $^0/_0{}^0/_0$ на капитал — они должны быть тоже снижены и приближены к величине $^0/_0{}^0/_0$, начисляемых на ссуды мелиоративные, то-есть — около 4 — 4,5$^0/_0$ годовых.

Только при таких условиях сельские электрические станции будут поставлены в относительно равные условия с коммунальными и крупными государственными станциями и выполнят свою роль, как факторы реконструкции сельского хозяйства.

## РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ.

### Определение состава потребителей сельских электрических станций.

Из рассмотрения стоимости электрификации на один двор по районам СССР должно было бы вытекать, что развитие ее пойдет тем успешнее, чем дешевле электрификация на один двор. Однако, при ближайшем рассмотрении других факторов, способствующих развитию электрификации, устанавливается, что до сих пор районы с наибольшим развитием электрификации не совпадают с районами дешевых сетей. Гораздо более сильным фактором, влияющим на развитие электрификации, оказывалась потребность в электрической энергии на единицу площади, а также и характер нагрузки сельских электростанций. По данным обследования ЦСУ (1925 г.) наибольшее количество электрифицированных местностей падает на Центрально-Промышленную Область, некоторые уезды Севера и

Северного Кавказа. Так, если взять мощность сельских электрических станций на каждые 100 km² площади, то в порядке наибольшей электрифицированности расположатся уезды:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1) Московский | уезд | Московской | губ. . . . . | 665 kW на | 1 000 km² |
| 2) Солигаличский | » | Костромской | » . . . . | 399 » | » |
| 3) Коломенский | » | Московской | » . . . . | 319 » | » |
| 4) Богородский | » | » | » . . . . | 256 » | » |
| 5) Волоколамский | » | » | » . . . . | 249 » | » |
| 6) Рыбинский | » | Ярославской | » . . . . | 202 » | » |
| 7) Черноморский | » | Сев. Кавказ | » . . . . | 182 » | » |
| 8) Подольский | » | Московской | » . . . . | 173 » | » |
| 9) Юрьев-Польск. | » | Ярославской | » . . . . | 145 » | » |
| 10) Костромской | » | Костромской | » . . . . | 144 » | » |
| 11) Можайский | » | Московская | » . . . . | 137 » | » |
| 12) Меленковский | » | Владимирской | » . . . . | 130 » | » |
| 13) Мезенский | » | Архангельской | » . . . . | 128 » | » |
| 14) Клинский | » | Московской | » . . . . | 107 » | » |
| 15) Плавский | » | Тульской | » . . . . | 103 » | » |
| 16) Златоустовский | » | Уральской об. | » . | 102 » | » |

и т. д.

Далее идут уезды с плотностью электрифицированных местностей менее 100 kW на 1 000 km² доходя до единиц и менее.

При беглом взгляде на приведенный нами список наиболее электрифицированных уездов, видно, что в них стоимость сетей отнюдь не низкая и, во всяком случае, выше средней. Более подробный учет всех построенных до 1925 года электрических станций в сельских местностях дал нам возможность выявить на общей карте электрифицированные гнезда (см. карту, число и мощность сельских электрических станций).

Как уже было упомянуто выше, электрифицированные гнезда не совпадают с районами дешевых сетей. Следовательно, как-бы дешева сеть ни была на один двор, все же стимулом к электрификации сельского хозяйства является в большей (и пожалуй главнейшей) степени наличие потребителей электрической энергии от сельских электрических станций. В состав потребителей мы включаем культурные нужды населения, потребность в электрической энергии для уборочных с/х. машин, для предприятий по переработке с/х. продуктов и для всех видов мелкой кустарной и прочей местной промышленности. Известно, что наибольшим потребителем являются предприятия по переработке с/х. продуктов: мельницы,

маслобойные заводы, льнозаводы, картофельные заводы, кустарные мельницы, ремонтные с/х. мастерские и т. д. Известно также, что эти предприятия тем больше работают, чем больше предъявляет спрос на переработку крестьянское хозяйство. Для истинного определения потребителей электрической энергии от сельских станций мы выяснили товарные излишки с/х. продуктов того или иного вида производства: определили среднюю потребность в электрической энергии на единицу перерабатываемого продукта и, таким образом, для каждого вида производства составили карты потребности в электрической энергии. Размеры посевных площадей с/х. культур, средние урожаи и товарные излишки, подлежащие переработке, а также продукты сельского хозяйства, потребительские, имеющие быть переработанными, взяты по данным Наркомзема из пятилетнего перспективного плана. Коэффициенты потребления энергии на единицу перерабатываемого продукта взяты из данных иностранной и русской практики.

Перечислим вкратце эти коэффициенты:

1) Электрическое освещение — средняя потребность в электрической энергии для освещения исчисляется нами на основании фактической потребности в СССР в электрифицированных районах. Так, по данным ЦСУ, по обследовании электрифицированных районов в 1925 году — среднее присоединенное число ламп равно 1,3 на один двор, при чем, по мере присоединения абонентов к сети сельских электрических станций, это число заметно растет. «Электросельстрой», например, устанавливает, что по его данным на 1/х-26 г. число ламп на один двор доходит до 1,7. Мы не склонны, однако, принимать в расчет преувеличенное число ламп на двор, так как данные «Электросельстроя» распространять на весь СССР равномерно нельзя, ибо в первые годы эксплоатации станции обычно присоединяются абоненты зажиточные устанавливающие, как правило, большее число ламп. По данным о работе 7 электрических станций Боровичско-Валдайского района устанавливается среднее число ламп на двор для 1923/24 г. только 1,23 лампы, при этом нужно иметь в виду, что 1923/24 г. был наибольшим по числу горевших ламп. Взяв в среднем промежуточное число ламп на двор между данными ЦСУ и «Электросельстроя», мы принимаем этот коэффициент в 1,5 лампы на двор. Что касается числа свечей на лампу, то обследования говорят,

что до 1/3 присоединяемых абонентов включают лампы силою света в 25 и даже 32 свечи. Таким образом в ваттах на один двор можно в среднем принять $1 \times 16 + 0{,}5 \times 25 = 28{,}5$ свечей по Боровичско-Валдайскому району, в среднем 28 свечей за 1924/25 год. Продолжительность горения ламп в сельских местностях не одинакова на территории СССР. Темное время, в которое необходимо освещаться, то-есть—время от захода солнца до восхода его равно 4 380 час. в году. Исключая отсюда весеннее, летнее и часть осенних дней, а также некоторое время после захода и до восхода солнца и ночное время — мы найдем, что полное число часов горения лампы должно быть 2193 в году. Однако, считаясь с режимом работы сельских электрических станций, которые обычно останавливаются на ночь, — действительное число часов горения принимается не более 1 800 часов в году. (Практические данные о обследовании работающих станций говорят о том же: только по Боровичскому району, благодаря частым остановкам станций и раннему прекращению работы весной, принято среднее число горения в 1 530 часов). Следовательно на 1 двор в год норма потребления в среднем будет равна 1,2 [1]) $\times$ 28,5 $\times$ 1800 = = 61,5 kWh. Эту норму в районах с развитыми кустарными промыслами, где свет играет роль производственного фактора, мы увеличиваем при расчетах на 5% против найденной средней. Что касается уличного освещения, оно заметной роли, как потребитель энергии, не играет, и мы совсем не принимали в расчет.

Исходя из указанных расчетов, мы можем принять нормы:

а) освещение внутреннее на один двор по Союзу (без кустарных районов) . . . 61,5 kWh.
б) тоже в кустарных районах . . . . . 65,00 »

Эти нормы в среднем принимаются на один двор, но не все крестьянские хозяйства должны быть считаны при исчислении потребности. Известно, что в электрифицированных районах довольно значительный % крестьянского населения не присоединяется к сети станций. Размер присоединенных к электрической сети хозяйств в разных местах различен. В среднем его можно считать, примерно, в 60% для СССР. В довольно развитом кустар-

---

[1]) При исчислении потребления энергии принимается $^1/_2$ W на свечу.

ном районе Боровичско-Валдайском — число дворов, освещенных электричеством, составляет только 66% от общего числа дворов, могущих пользоваться электрической энергией. Таким образом, найденные нами коэффициенты потребности энергии для освещения при пересчете на все дворы нужно уменьшить путем умножения на поправочный коэффициент 0,6.

Мельницы. — При исчислении потребности в электрической энергии для помола мы исходили, прежде всего, из потребительской нормы в сельском хозяйстве зерновых продуктов, подлежащих перемолу на одного жителя [1]):

| | |
|---|---|
| в производящих губерниях всего . . . . . | 17,9 пуд. |
| в потребляющих губерниях всего . . . . | 14,9 » |
| на Украине . . . . . | 17,2 » |
| в Сибири . . . . . | 13,9 » |
| Юго-Восточной области . . . . . | 24,2 » |

В среднем по СССР 17,2 пуд.

При этом условно принимаем, что тариф на электрическую энергию будет настолько приемлем для с./х. населения, что не менее 50% всего зерна, подлежащего перемолу, будет перемалываться на электрифицированных мельницах. Коэффициент расхода электрической энергии на 1 пуд зерна на основании заграничной и русской практихи принимаем равным для грубого помола в 0,4 kWh для ржи и 0,45 kWh для пшеницы. По Боровичско-Валдайскому району фактические расходы с потерей в сети—0,453 kWh на пуд ржи; без потери — примерно 0,4 kWh.

Вследствие того, что потребность в электрической энергии для потребительского мукомолья в той или иной степени имеется всюду по СССР, мы на отдельную карту эту потребность не наносим. В сводной же карте, а также и в районных картах эта потребность всюду учтена.

Тариф на электрическую энергию для мельниц должен быть установлен с расчетом, чтобы предусмотреть возможность сооружения мелких потребительских мельниц, по возможности в каждом поселке, во избежание непроизводительных перевозок зерна. Бездорожье в СССР диктует необходимость приближения мельниц

[1]) «Производство хлебов в СССР и федерирующихся с ней республик» — П. И. Попов.

к населению, ибо легче подвести электрическую энергию, чем зерно к мельнице. Поэтому мы предвидим постройку сети мелких мельниц равномерно по электрифицированному району.

Крупное товарное мукомолье, сконцентрированное в городах, мы не могли включить в состав потребителей электрической энергии сельских электрических станций. Мы считаем, что эти товарные крупные мельницы в большем своем числе будут потребителями или городских коммунальных электрических станций или районных государственных, реже сельских станций.

В настоящее время в огромном проценте товарные мельницы оборудованы собственными двигателями, которые, как известно, имеют высокий коэффициент отдачи и вряд-ли возможно считать их в составе потребителей сельских электрических станций, вырабатывающих, как правило, дорогую электрическую энергию. Так например, из таблицы V, приведенной нами на стр. 16—стоимость работы 1 kWh на валу 100-сильного Дизеля при 2 000 час. работы равна 6 к., а крупные товарные мельницы продолжительность работы в году доводят до 6 300 часов. При такой продолжительности работы двигателя на мельнице он даст энергии на валу не дороже 4 к. Таким образом, включить эти мельницы в состав потребительских сельских электрических станций было-бы рискованным; но некоторые из них, особенно гидравлические, будут служить первоисточником энергии сельских станций, которые будут строиться при мельницах товарного типа.

Молотьба, очистка и сортировка зерна. Если при электрификации мельниц электродвигатель встречается с конкуренцией механических двигателей, как например нефтяных, Дизелей, газогенераторных, локомобилей, а также и с гидравлическими и ветряными, то в молотьбе и очистке черна такой конкуренции меньше, во-первых потому, что механических двигателей с молотильными гарнитурами недостаточно, а во-вторых, при сезонности работы с молотьбой — электродвигатель в сравнении с другими двигателями представляет ряд преимуществ. За последнее время с усиленным развитием пользования тракторами, последний начинает применяться и как стационар, и как транспортное средство и необходимо, следовательно с этим явлением считаться. Стоимость работы 1 kWh на валу двигателя у трактора, как у нас указано в табл. V, равна 14,5 к. Следовательно, в районах с распростра-

нением тракторов—электродвигатель в конкуренции с ним должен будет получать электрическую энергию ниже 14,5 к. за kWh.

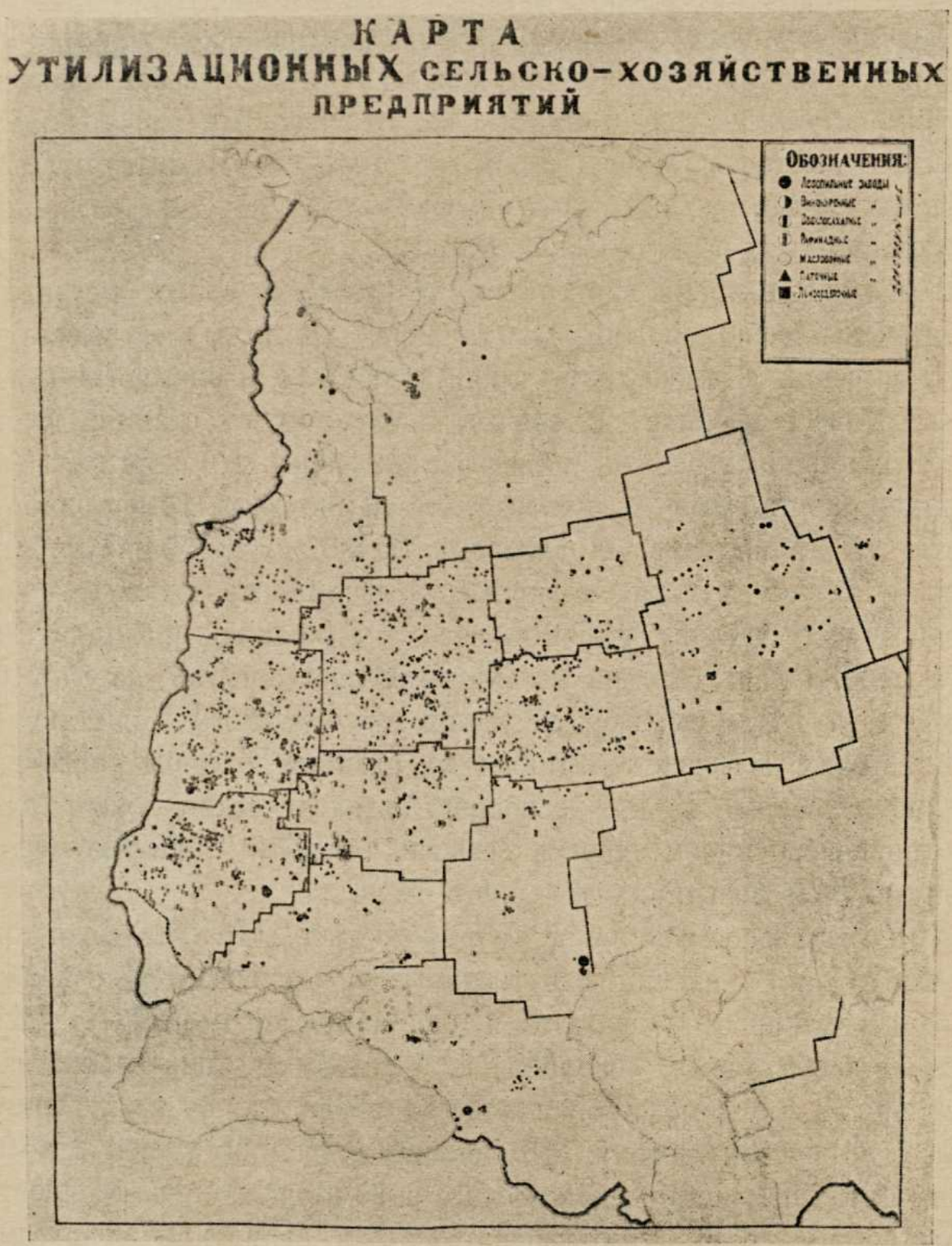



Рис. 6.

При этом считаем нужным указать, что число тракторов (в среднем по 20 л. с. каждый) может быть использовано в ближайшие годы для молотьбы в летнее время до 20 000 шт. или на общую мощность до 290 000 kW. При обычно применявшейся

усиленной системе использования трактора эта мощность во весь сезон молотьбы может дать до 1 000 000 000 kWh или обмолотить свыше 600 миллионов пудов. Кроме этих двигателей мы должны считаться также и с молотильными гарнитурами локомобильными, отапливаемыми соломой. Число этих последних до войны было свыше 4 тысяч штук, обмолачивающих до 100 миллионов пудов зерна в год и, наконец, конных молотилок было в 1910 году — 273 тысяч и в 1920 г. — 179 тысяч. Надо полагать, что к 1927 г. число конных молотилок доведено не менее, как до 200 тысяч, и эти последние обмолачивают до 700 миллионов пудов в год. Всего, таким образом, не менее 50% урожая зерновых хлебов в СССР может быть обмолочено тракторными гарнитурами, локомобильными и конными. Переход всей молотьбы на электрифицированные гарнитуры может ставиться, очевидно, в некоторой части в плоскость конкуренции (не везде, конечно), с указанными выше видами двигателей. При чем нужно отметить, что все виды двигателей вырабатывают энергию на валу машины стоимостью от 10 к. 1 kWh на локомобиле, и нефтяном двигателе до 25 к. 1 kWh с конным приводом, а средний между ними двигатель — трактор, как мы видели, дает стоимость 14,5 к. за 1 kWh.

Правда, помимо конкурентоспособности, следует признать ценное преимущество электродвигателя перед другими, как например: его пожарная безопасность, надежность и равномерность в работе, возможность работы и ночью при электрическом свете и проч.

В тех случаях, где электродвигатель заменит ручной труд на молотьбе—тариф на электрическую энергию может быть поднят даже до 25 к. за 1 kWh. При этом мы исходили из того основного положения, что электрифицированная молотьба увеличивает выход (вымолот более чистый) зерна в сравнении с ручной молотьбой на 10 — 12%.

Исходя из предыдущих соображенний, мы из осторожности приняли только 50% зернового хреба, подлежащего обмолоту на электрифицированных молотилках в электрифицированных районах.

Что касается коэффициентов потребления электрической энергии на пуд обмолота, мы на основании заграничной и русской практики принимаем, как минимальные:

| | | |
|---|---|---|
| на 100 kg зерна ржи в среднем . . . . | 1 | kWh |
| „ „ „ пшеницы „ . . . . | 0,85 | „ |
| „ „ „ овса „ . . . . | 0,8 | „ |
| „ „ „ ячменя „ . . . . | 0,7 | „ |

Эти коэффициенты приняты при молотьбе молотилками крупного размера и хлеба незасоренного, высоких сортов. Однако с применением молотилок (4-х конных), обычно часто употребляемых в крестьянских хозяйствах и при засоренном хлебе — этико эффициенты доходят до 0,33 kWh на пуд ржи (Борович.-Валдайский район).

| | | | |
|---|---|---|---|
| На очистку : . . . . | 100 kg зерна | от 0,02 | до 0,04 kWh |
| „ сортировку. . . . | 100 „ „ | „ 0,08 | „ 0,09 „ |
| Расход на прессовку сена и соломы | на 100 kg | — 0,2 | „ |

Продолжительность использования электродвигателя при молотилках, по наблюдениям, не везде в СССР будет одинакова, так, например:

| | |
|---|---|
| в потребляющей полосе мы принимаем его в | 30 дней |
| „ черноземной „ „ | 40 „ |
| и на Юге . . . . . | 50 „ |

Исходя из роста посевных площадей под зерновыми культурами на ближайшее пятилетие из возможности обмолота на электрифицированных молотилках до 50% урожая зерновых хлебов и из средних коэфф. потребности в энергии, мы наносим на карту потребления электрической энергии и эту потребность.

Потребители электрической энергии для переработки льна и конопли, картофеля, сахарной свеклы, масляных семян, кукурузы и других технических культур разобраны у нас в отделе «комбинаты». Здесь мы укажем лишь, что потребность в электрической энергии для отмеченных видов производств исчислена нами на основании посевных площадей под этими культурами, предусмотренными в перспективных планах Наркомземов, принятых и одобренных Госпланом СССР.

Отдельно, как потребители электрической энергии у нас нанесены на карты: льняные и конопляные, картофельные и сахарные районы.

Выявление отмеченных выше с./х. производств, как потребителей электрической энергии, имеет для сельской электрификации двойной интерес: с одной стороны — указанные предприятия являются сами потребителями энергии, с другой—они же в известном роде являются производителями ее. Связь электрификации и

теплофикации в заводах сахарных, льнообрабатывающих, крахмально-паточных и винокуренных разрешает проблему получения дешевой отбросной энергии, а в заводах льнообрабатывающих и коноплеобрабатывающих, кроме того, используется топливо в виде отбросов и костры.

Представляя крупный интерес для сельской электрификации предприятия, отмеченной выше группы, мы их выделяем в особую группу, как промышленные сел.-хоз. предприятия, в виде базы утилизационных предприятий. (См. карту стр. 50).

Эта карта суммирует весьма большое количество с./х. предприятий, от которых в том или ином виде может быть использовано топливо или готовый пар, как отбросная энергия для сельских электрических станций.

Яично-птичняя промышленность, молочная, бэконная и другие, для которых потребителями электрической энергии являются, главным образом, холодильники, у нас предусмотрены в размерах, соответствуюших намечаемым к постройке холодильников и бэконных фабрик. В разряд этой группы потребителей энергии у нас отнесены также и элеваторы (кроме крупных городских и портовых). Размер потребления энергии холодильниками принимается в пределах от 0,0236 kWh до 0,01 kWh на пудо-день хранения продукта.

В отношении консервных заводов по переработке садовоогородных продуктов, вследствие новизны этого дела мы отдельно, как потребителя электрической энергии, эту отрасль промышленности не выявили.

Ремесленно-кустарные промыслы. — Одним из самых развитых и рентабельных потребителей электрической энергии от сетей местных электрических станций при известных условиях могут явиться кустарные промыслы. В кустарном промысле у нас преобладает ручной труд, весьма дорогой в смысле энергетических затрат, и весьма непродуктивный в смысле производственного эффекта. Достаточно указать, что по отдельным наблюдениям, производившимся в этой области, установлено, что производительность кустаря, с переходом от ручного способа к электрификации его, может увеличиться в 9 раз. Наряду с увеличением производительности — электродвигатель и электрический свет способствуют в сильнейшей степени улучшению качества продукции. Практи-

ческий опыт, достигнутый в 1925 году Боровичско-Валдайским Кустаресоюзом в этом отношении крайне интересный. Так, например, с объединением кустарей вязальщиков (единоличников)




Рис. 7.

в коллективы и организации вязально-трикотажного промысла в артельных коллективных мастерских, с применением электродвигателя — производительность на одного вязальщика поднялась с 6 — 7 дюжин до 15 — 20 дюжин в месяц, или в 2,7 раза.

Однако одной электрификации кустарного промысла недостаточно, нужна хорошая реконструкция его в смысле предоставления кустарю не только двигателя, но и приспособлений к нему, как, например, всевозможных приводов и приспособлений, необходимых к электрической тяге. Рассматривая электрификацию кустарного промысла под этим углом зрения, мы должны иметь в виду комплексное мероприятие. Поэтому, если мероприятия по электрификации и реконструкции кустарного промысла проводятся одновременно, то кустарные промыслы, как потребитель, во много раз превосходят потребность в энергии для других видов с./х. производства. На карте потребность в энергии для кустарных промыслов поэтому выделена отдельно. (См. карту стр. 53).

По размерам заработков от промысловых занятий необходимо разделить губернии на несколько разрядов. Это с одной стороны облегчит рассмотрение их, а с другой — нагляднее выявит пункты концентрации промысловых занятий.

I группа губерний с наиболее развитыми промыслами, в которых годовой доход крестьянского двора от промыслов колеблется от 60 до 247 рубл. К этой группе относятся:

а) Северная Область — Карельская Республика (247 р.), Архангельская (100 р.);
б) Центрально-Промышленная — Ив.-Вознесенская (176,5 р.), Рязанская (126 р.), Москов. (74 р.), Тульская (75 р.), Костромская (60,4 р.), Калужская (63 р.);
в) Центрально-Земледельческая — Курская, (107 р.) Тамбовская (126 р);
г) Средне-Волжская — Ульяновская (69,5 р.);
д) Северный Кавказ — Ставропольская (143 р.);
е) Западная Область — Брянская (73 р.), Гомельская (65,1 р.);
ж) Украина — Черниговская (78,3 р.), Харьковская (64,7 р.);
з) Сибирь — Иркутская (64,3 р.);
и) Сев. Западная Обл. — Ленинградская (74,1 р.).

II группа — среднее развитие промыслов от 30 до 60 р. Новгородская (50,3 р.).

Сюда отосятся: Череповецкая (57,9 р.), Смоленская (51,3 р.), Горская (59,7 р.), Зырянская (48,3 р.), Вологодская (47 р.), Сев. Двинская (32,9 р.), Тверская (41,2 р.), Ярославская (30,5 р.), Владимирская (35,6 р.), Нижегородская (34,1 р.), Минская (48,4 р.), Витебская (30,6 р.), Воронежская (45 р.), Вятская (38,9 р.), Тюменьская (39,6 р.), Челябинская (43,7 р.), Пермская (43,2 р.), Самарская (31 р.), Царицинская (30,3 р.), Тверская (48,1 р.), Донецкая (33,1 р.), Киевская (42,3 р.).

III группа — губернии со слабо развитыми промыслами до 30 рубл. на один двор, к которой относятся: Псковская (17,1 р.), Орловская (26,9 р.). Пензенская (20,3 р.), Чувашская (43,7 р.), Мариинская (23,3 р.), Башкирская (6,3 р.), Саратовская (22,2 р.), Немцев Поволжья (14,7 р.). Астраханская (2,1 р.), Дагестан (12,5 р.), Одесская (24,1 р.), Полтавская (28,5 р.), Омская (22 р.), Алтайская (25,6 р.), Ново-Николаевская (13,7 р.), Ойратская (14,9 р.) и Томская (29,3 р.).

При подсчетах размеров ожидаемого потребления электрической энергии кустарями мы пользовались данными А. А. Рыбникова о географическом распределении и характере производства кустарей и данными И. Я. Перельмана — о потреблении электрической энергии при данном промысле.

Расчет потребной мощности на одного кустаря, по данным И. Я. Перельмана и А. Рыбникова приведен в следующей таблице IX.

Таблица IX.

| Наименование промысла | Годичное число часов работы электродвигателя | Присоединен. мощность на 1 кустара kw | Годичный расход энергии в киловатт-часов на 1 кустаря |
|---|---|---|---|
| 1) Древесные материалы . . . . . | 600 | 1,275 | до 770 |
| 2) Растительное волокно . . . . . | 750 | 0,67 | » 500 |
| 3) Животное волокно . . . . . | 650 | 0,62 | » 400 |
| 4) Кожа . . . . . | 550 | 0,525 | » 290 |
| 5) Минералы . . . . . | 500 | 1 | » 500 |
| 6) Металлы . . . . . | 600 | 1,375 | » 820 |
| 7) Разные . . . . . | 650 | 0,6 | » 390 |

Подводя итоги потребителям электрической энергии по группе кустарных промыслов следует указать, что при огромном разнообразии их, нет нужды в выявлении этой группы потребителей




Рис. 8.

в виде таблицы по каждому из уездов СССР. Потребность эта учтена у нас на единицу площади сел.-хоз. пользования и нанесена на карту в виде потребления электрической энергии на 1 km² с./х. площади в киловатт-часах

Что касается предельной стоимости 1 kWh электрической энергии, потребляемой кустарями — она не должна быть выше 30 коп. за 1 kWh (см. наши расчеты в первом разделе). Всякое повышение стоимости энергии поведет к сокращению пользования ей. (Пример тому Боровичско-Валдайский Кустаресоюз) и, как следствие, к затруднениям в эксплоатации станций. Инж. В. А. Терехин (Боров.-Валдайский Кустаресоюз) не считает возможным поднимать тарифы на энергию даже выше 15 коп. за 1 kWh для вязально-трикотажного и сапожного промыслов.

При определении средне-предельных тарифов на энергию (см. карту 1) мы не решались поднять тариф для кустарных промыслов, для электродвигателей выше тарифа осветительного.

## РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ.

### Сельские электрокомбинаты.

Из всего предыдущего рассмотрения, особенно из сводных таблиц стоимости 1 kWh энергии сельских электрических станций (см. прил. I—II) с очевидностью вытекает, что проблема удешевления электрической энергии от сельских станций может быть разрешена в трех направлениях:

1) удешевлением сельского электростроительства;

2) удешевлением кредита, используемого на сельское электростроительство;

3) увеличением коэффициента использования установки.

Из этих трех путей удешевления энергии от сельских электрических станций,—первые два иолностью не могут быть удовлетворительно разрешены в силу соображений:

а) технически-производственных, лежащих вне воли электрифицируемого населения;

б) в силу дороговизны капитала вообще в СССР и отсюда невозможности расчитывать на особо льготные условия кредитования.

Если удешевление строительства и кредита в общем и будет иметь место, но расчитывать в ближайшее пятилетие на сколько-нибудь значительное облегчение вряд-ли следует. Поэтому, независимо от общих мероприятий, направленных как к удешевлению строительства, так и к удешевлению кредита, необходимо изыскание

путей к повышению коэффицнента использования сельских электротехнических установок.

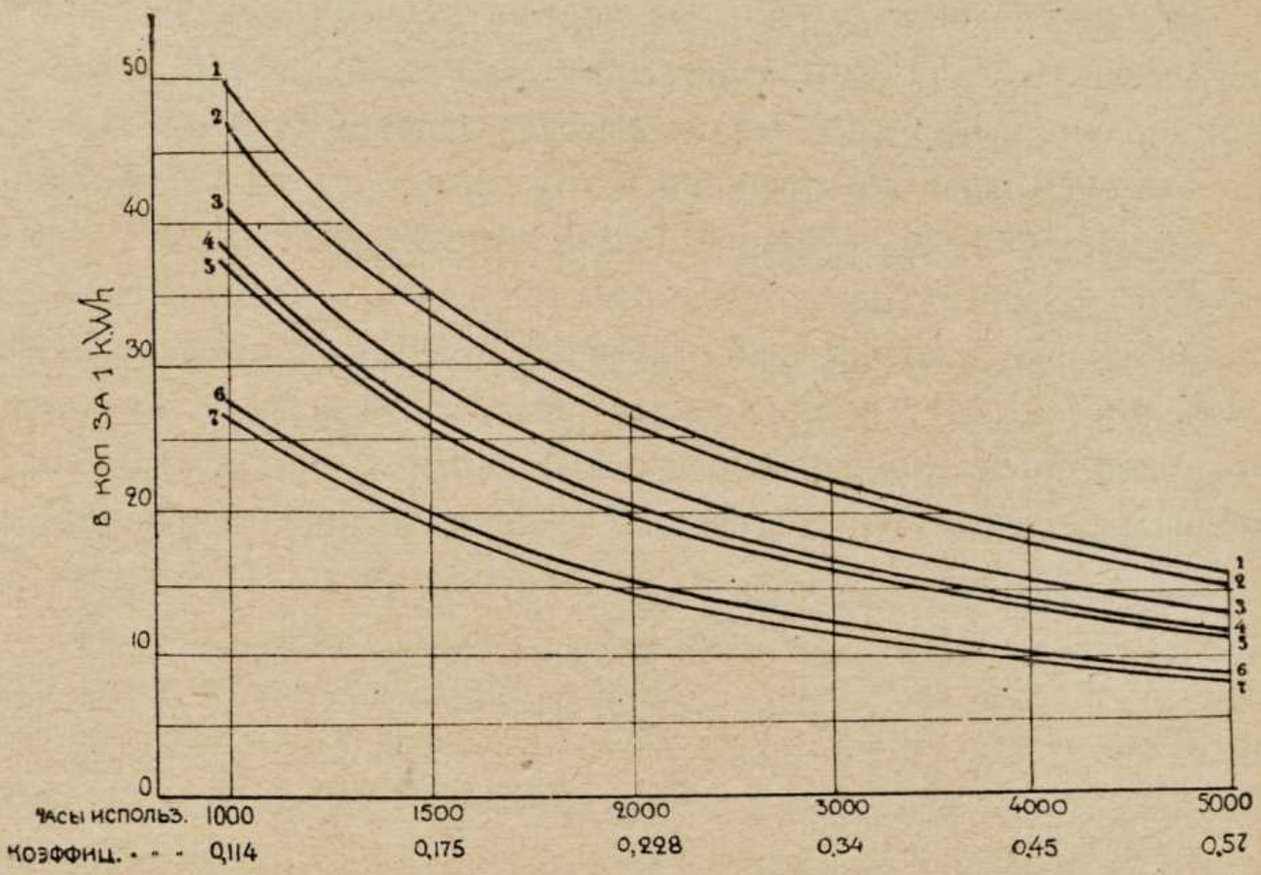



Рис. 9.

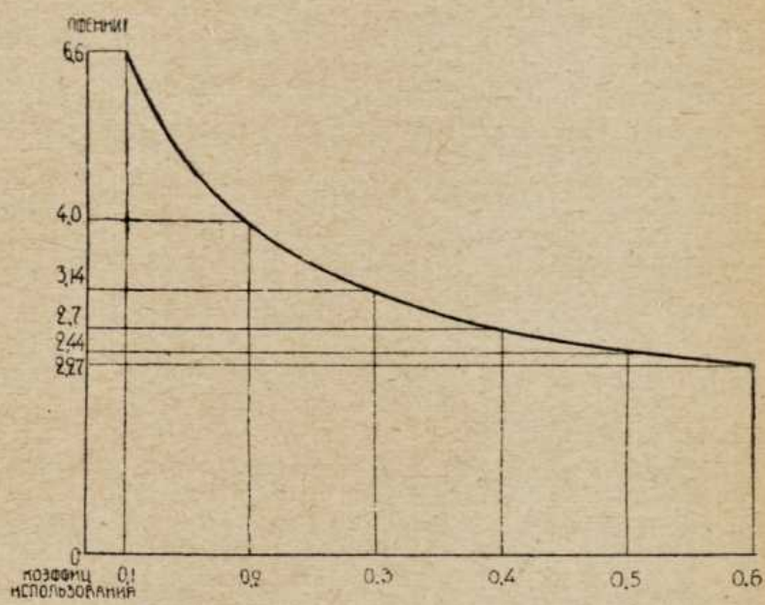



Рис. 10.

Насколько увеличение коэффициента использования установки влияет на удешевление стоимости полезно-отпущенного 1 kWh, видно из следующих данных:

Если по семи группам электрических станций стоимость полезно-отпущенного 1 kWh от установки при 2 000 час. работы взять за 100, то стоимость уменьшается: а) при 3 000 час. работы на 27%

б)—при 4 000 час. работы на 36%

в)— » 5 000 » » » 46%

и наоборот, с уменьшением коэффиц. использования станций—стоимость kWh повышается:

а)—при 1 500 час. работы на 31%

б)— » 1 000 » » » 83% (см. график стоимости).

Что увеличение коэффициента использования станции играет главнейшую роль в удешевлении стоимости электрической энергии— это совершенно бесспорно особенно при дорогом электростроительстве (у нас в СССР), где погашение капитала и $^0/_0{}^0/_0$ остаются почти неизменными при любом коэффициенте использования станции, так что высота косвенных расходов в эксплоатационной смете тем больше, чем меньше коэффициент использования станции.

Анализируя зависимость стоимости 1 kWh, от коэфф. использования, проф. Клингенберг [1]) приходит к выводу, что по германским станциям относительно мелкой мощности, до 1 000 kWh, стоимость полезно отпущенного 1 kWh. в пфеннигах равна:

| | |
|---|---|
| при коэфф. использования в 0,6 | 2,27 |
| » » » » 0,5 | 2,44 |
| » » » » 0,4 | 2,7 |
| « » » » 0,3 | 3,14 |
| » » » » 0,2 | 4 |
| » » » » 0,1 | 6,6 |

Повышение стоимости 1 kWh. в приведенном случае идет медленнее, чем в приводимых нами расчетах (напр. при коэфф. использования 0,1—повышение стоимости на 290% в сравнении с коэфф. использования—0,6, в то время как в наших расчетах это повышение равно 360%). Но это объясняется тем, что в германских станциях в стоимости 1 kWh. топливная слагающая равна 73%, в то время, как в наших примерах она не более 30%, а известно, что расход топлива находится в зависимости от коэффициента использования.

Под названием комбината понимается организационно-техническое объединение разрозненных прежде сельско-хозяйственных производств в одно хозяйственное целое с электрической станцией, доставляющей электрическую энергию одним производствам за счет излишков теплосиловой энергии, получаемой ею от других производств, в форме избыточного тепла, силой или горючих отбросов, остающихся после обработки или переработки с./х. продуктов в этих производствах.

---

[1]) Построение районных электрических станций, т. I—русский перевод Б. И. Угримова, издание Макиз, 1927 г.

Объединением таких производств одной электрической станцией достигается: а) уменьшение общей мощности, разнообразия и количества первичных двигателей, которые потребовалось-бы установить при изолированном осуществлении тех-же производств; б) возможность выделения части мощности силового оборудования в качестве резерва, которого обычно лишены эти производства; в) увеличение продолжительности использования теплосилового оборудования станции путем установления очередности обслуживания их станцией по принципу хозяйственной плановости, возможной при сезонном и суточном несовпадении во времени производственных периодов каждого из объединяемых производств; г) кустование в общую сеть паровых установок с гидравлическими и ветряными, или гидравлических и ветряных с разными режимами расходов силы между собою, для приспособления к изменениям потребности в электрической энергии, тепле и силе и лучшего использования всего оборудования; д) рационаиизация тепло-силового хозяйства обращением электрической энергии в отбросную от паро-тепловой, в производствах, потребляющих тепло и от водо-ветро-силовой—в производствах, обслуживающих нужды мелиорации или лесосплавной навигации; е) экономии высококалорийного топливо-использования путем применения менее ценного топлива при электрификации торфоразработок с целью мелиорации и при сжигании горючих отбросов производства в предприятиях с./х. промышленности; ж) индустриализация сельского хозяйства путем устройства не только сооружений для производства электрической энергии, но и всех заведений для ее потребления.

Естественные условия СССР благоприятствуют достижению вышеуказанных целей в сельском хозяйстве и при том не только в техническом, но и в экономическом и финансовом отношении. Это объясняется следующими обстоятельствами.

А.—В техническом отношении для осуществления комбинированных объединений требуется группировка объединяемых производств по следующим 5-ти признакам:

1) технология объединяемых производств не должна ограничиваться потребностью в одной лишь силовой энергии, а должна базироваться также и на значительонй потребности в тепловой энергии;

2) объединяемые производства должны быть сходны по размерам энергетических потребностей, но различны по сезонности этих

потребностей, позволяющих вводить планомерность в порядок очередности удовлетворения этих потребностей;

3) отношение потребностей в электрификации к потребности в теплофикации должно соответствовать свойствам пара, ограничивающим возможность использования тепло-содержания его на силовые нужды по сравнению с тепловым отношением, близким к отношению 1 : 6—1 : 10;

4) очередность производственных периодов объединяемых производств должна быть не только посуточной, но и посезонной. Например, днем молотьба, лесоразработка; ночью — освещение, утром—отопление; зимой—освещение и отопление, летом—торфоразработка, пахота, уборка и т. д.;

5) возможность получения большого количества горючих отбросов для нужд станции или приспособление графика силовой нагрузки ее к графику тепловой нагрузки путем включения или выключения соответствующих производств в комбинированное объединение.

Все эти условия осуществимы при объединении лишь таких промышленных заведений, как крахмально-паточные, сахарные, маслобойные, мельничные, крупорушечные, овощно-консервные, холодильные и т. п. фабрики и заводы пищевой промышленности или специальных заводов по первичной обработке продуктов льноводства, коноплеводства и т. п. отраслей производства, которые почти исключительно организуются в селах и лишь в редких случаях бывают в городах.

Б.— В экономическом отношении для осуществления таких комбинатов требуется наличие условий, побуждающих население: а) к загрузке безработного времени; б) к увеличению транспортабельности экспортных продуктов и в) к увеличению доходности крестьянского хозяйства.

Все эти условия в виде давления на рынок труда безработного сельского населения, непроходимость сельских путей сообщения и ничтожность крестьянской доходности в СССР имеются налицо в самой крайней форме своего проявления, требующей к себе самого внимательного отношения.

Поэтому и самый выбор мест и состава комбината должен проводиться с особой тщательностью и проработанностью.

Из испытанных в мировой практике, а равно изучение соответственного материала у нас в СССР дает возможность ориентировочно наметить следующие основные типы электрокомбинатов.

Для Центрально-Промышленной области — комбинат, базирующийся на переработке картофеля и льна в полуфабрикат и конечные продукты, как например:

1) Комбинат по переработке картофеля в крахмал и патоку проектируется в Зелецинском районе, Нижегородского уезда и губернии (ближайшая жел. дор. станция Кудима М. К. ж. д., в 4-х верстах пристань на Волге—Котово).

В состав комбината войдут: 1) 3 картофелетерочных завода с годовой переработкой 1 200 000 пудов картофеля, 2) крахмально-паточныйзавод с годовой переработкой 300 000 пудов сырого крахмала, 3) лесопильный завод с годовой переработкой 25 000 $m^3$ древесины, 4) механизированная бондарная мастерская с годовой выработкой 15 000 бочек и около 1 000 000 клепки, 5) электрическая станция и сеть. Мощность станции около 200 kW, 6) прокатный пункт для молотьбы, очистки и сортировки зерна, рассчитанный на обмолот до 200 000 пудов зерна, 7) мельницы, с мощностью в 30 kW с годичным перемолом до 100 000 пудов зерна, 8) электрификация кустарныхх промыслов с установкой электродвигателей на общую мощность в 20 kW.

2) Комбинат, базирующийся на переработке льна в Бежецком уезде, Тверской губ., объединенный с электрической станцией в 200 kW, маслобойным заводом, ремонтными с/х. мастерскими и электрификацией района.

Для Центрально-Земледельческого района:

1) Комбинат, проектируемый в Курской губ. Льговском уез. в районе Марьино-Пенского сахаро-рафинадного завода.

Вопрос о постройке данного комбината разрабатывается «Электросельстроем», совместно с Сахаротрестом, и согласуется с местными кооперативными организациями в лице Свеклосева.

В состав комбината включаются Марьино-Пенские сахаропесочный и рафинадный заводы, объединенные с электрической станцией, работающей на излишке теплосодержания пара, получаемого за счет рационализации теплосилового хозяйства в сахар-

ном производстве, с сетью проводов для снабжения электрической энергией кооперируемого Свеклосевом крестьянского населения и с линией Марицко-Курской высоковольтной передачи.

2) Сельско-хозяйственный комбинат, базирующийся на переработке подсолнечных семян на масло в районе Валуйского уезда, Воронежской губ., объединенный с электрической станцией мощностью около 150 kW, работающей на горючих отбросах (лузге) подсолнуха, и с подсобными предприятиями—мельницей, прокатным пунктом для молотьбы, очистки и сортировки зерна, ремонтной мастерской и сетью с подстанциями для снабжения электрической энергией ок. 2 000 крестьянских дворов в районе радиусом ок. 12 km.

Для Северного Кавказа:

Сельско-хозяйственный комбинат совхоза «Хуторок», базирующийся на рационализации энергетического хозяйства предприятий, расположенных в районе совхоза в 30-ти верстах от г. Армавира, объединенный с электрической станцией мощностью 450 kW, работающей на излишках теплосодержания пара, получаемых за счет рационализации теплосилового хозяйства в винокуренном и галетном производствах и с районной сетью для электрификации мельницы, маслобойного завода, галетной фабрики, винного завода, водокачки, колбасного завода, сельско-хозяйственных мастерских и освещения предприятий совхоза и окружных хуторов: Мариинского, Федоровского и Покровского и села Ново-Кубанского, всего ок. 2 500 дворов в радиусе ок. 15 km.

Для Вятско-Ветлужского края:

Комбинат на основе первичной переработки продуктов льноводства в Котельническом уезде, Вятской губ.

В состав комбината, по предварительным соображениям, включаются:

1) льнообделочный завод с годовой производительностью около 200 000 пудов;

2) лесопильный завод с годичной переработкой около 2 000 куб. саж. древесины;

3) маслобойный завод с/х. типа с годовой переработкой 40—50 тысяч пудов масляных семян;

4) электрическая станция мощностью в 200 kVA, работающая на горючих отбросах льняного и лесопильного производства;

5) прокатный пункт для электрической молотьбы, очистки и сортировки зерна, с пропускной способностью до 250 000 пудов зерна в год;

6) мельницы, перемалывающие за год ок. 200 000 пудов зерна;

7) ремонтная мастерская, расчитанная на обслуживание входящих в комбинат промышленных предприятий и сельского населения;

8) освещение 1 500 крестьянских дворов.

Для Среднего Поволожья:

Энергетический электрокомбинат по переработке продуктов коноплеводства и картофеля на спирт со включением в комбинат маслобойного завода, мельниц, ремонтной мастерской молотьбы, очистки и сортировки зерна и освещение окрестного населения, с постройкой тепловой электрической станции, работающей на горючих отбросах конопляного производства объединенной с существующей гидроэлектрической станцией на реке Инсар, проектируется в Ладском районе, Саранского уезда, Пензенской губ.

В ориентировочной смете на постройку комбината предусмотрены:

1) пенькообделочный завод с тепловой мочкой для переработки 190 000 пудов стеблей конопли в год;

2) винокуренный завод с годичной переработкой (220 дней) при работе в 2 смены—230 000 пуд. картофеля (87 500 ведер спирта в 40°) и при работе в 3 смены до 345 000 пуд. картофеля;

3) маслобойный завод с/х. типа с годичной переработкой в 30 000 пудов масляных семян;

4) мельницы с годичным перемолом в 270 000 пуд. зерна;

5) крупорушка с годичной переработкой 50 000 пудов крупяного зерна;

6) шерсточеска с годичной производительностью 4 000 пуд. шерсти в год;

7) вемонтная мастерская для обслуживания нужд сельского населения и входящих в комбинат промышленных предприятий;

8) тепловая электрическая станция с установленной мощностью в 225 kW с сетью проводов, объединенная с существующей гидравлической станцией;

9) прокатный пункт для электрической молотьбы, очистки и сортировки зерна (260 000 пуд. зерна за сезон) и для удовлетворения прочих мелких потребителей механической энергии;

10) кустарные промыслы;

11) освещение окрестного населения.

Из краткого перечня намеченных типов комбинатов вытекает, что все они основаны на каком-либо виде первичной переработки с/х. продуктов, являясь одновременно потребителями электрической энергии и ее производителями.

Из всех перечисленных типов электрокомбинатов наиболее целесообразным является комбинат сахарный. Так например, по ориентировочным сметам можно сделать вывод, что себестоимость 1 kWh электрической энергии на шинах станции получится:

| | |
|---|---|
| по сахарному комбинату . . . . . | 2,2 коп. |
| » льняному в Смоленской губ. . . . . | 3,75 » |
| » льняному в Вятской губ. . . . . | 3,86 » |
| » винокуренно-конопляному, Ладской г. . | 3,9 » |
| » крахмально-паточному, Нижегород. г. . . | 5 » |

Надо, однако, отметить, что согласно проектам, все эти комбинаты имеют довольно значительный коэффициент использования, доходящий по некоторым до 5 600 час. в году.

Беря условно коэффициент использования, равным 2 000 и 3 000 часам, как мы это сделали в отношении анализа семи различных групп электрических станций найдем, что стоимость 1 kWh на шинах станций получится:

| | 2 000 час. | 3 000 час. |
|---|---|---|
| для сахарного комбината . . . . . | 2,8 коп. | 2,23 к |
| » льняного Сычевского . . . . . | 8,8 » | 6,3 » |
| » » Вятского . . . . . | 8,8 » | 6,3 » |
| » винокур. коноплян. Ладского . . . . . | 6,66 » | 4,9 » |
| » крахмально-паточного . . . . . | 10,4 » | 7,2 » |

Работа комбинатов, рекомендуемая «Электросельстроем», предвидит, например, отпуск электрической энергии как непосредственно от шин станции (и при том не только комбинату, но и на сторону в сеть), так и от шин трансформатора на стороне низкого напряжения. Поэтому мы определяем продажную стоимость 1 kWh от шин станции со включением, так называемой, бруттоприбыли в размере 20% на себестоимость. Разумеется эта «брутто-

прибыль» не обязательна, и во всяком случае против нее необходимо всячески бороться, но тем не менее организации, эксплоатирующие электрокомбинаты, от нее не отказываются. Мы считаем поэтому нужным ее ввести.

Тогда продажная стоимость 1 kWh на шинах станции комбинатов будет равна:

| | Условный коэфф. использов. 2 000 часов. | Запроектир. коэфф. использования. |
|---|---|---|
| на сахарном . . . . . | 3,35 | 2,63 коп. |
| » льняном Сычевском . . . . . | 10,5 | 4,5 » |
| » » Вятском . . . . . | 10,5 | 4,6 » |
| » винокур. коноплян. Лада . . . | 8 | 4,65 » |
| » крахм.-паточн. . . . . | 12,4 | 6 » |

Из этого расчета видно, как сильно повлияло на стоимость энергии уменьшение коэффициента использования до 2 000 час. и включение брутто-прибыли на себестоимость.

Все предыдущие расчеты стоимости 1 kWh на шинах станций комбинатов основаны на погашении заемного капитала в 10 лет, с начислением 6% годовых. Переход на амортизацию капитала в нормальных условиях дает некоторое снижение себестоимости 1 kWh, как это видно из анализа влияния кредита на стоимость энергии, Однако, нам приходится базировать свои расчеты на этих сроках погашения ссуды, так как при недостатке капиталов—кредиты на электрокомбинаты намечаются не более, как на десятилетие. Помимо погашения основной ссуды и начисления на нее 6% годовых, мы не вводим никакой другой амортизации капитала за исключением затрат, понесенных помимо ссуды. Между тем, среди некоторой части работников по электрификации есть стремление включать, кроме того, и амортизацию. Правда такой способ амортизации не может быть оправдан ни с какой стороны, ибо в этом случае мы имели бы удвоенную капитализацию в данном комбинате.

Нижеприведенный расчет показывает, насколько в этом случае увеличивается стоимость 1 kWh энергии: (Ссм. табл. стр. 72).

При продаже электрической энергии на стороне низкого напряжения трансформаторов мы вводим амортизацию капитала, или погашение ссуды с начислением также 6% годовых, отнесенные на сети высокого напряжения и трансформаторные пункты, а при

| | Запроектированн. коэфф. использов. | | Увелич. в % % | При 2 000 часов использов. в году. | | Увелич. в % % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | При 10-лет. погашении. | При 10-лет. погашении и 20%. | | При 10-лет. погашении. | При 10-лет. погашении и 20%. | |
| по сахарному . . . . . | 2,63 | 3,48 | 32 | 3,35 | 4,5 | 34 |
| » льняному Сычев. . . . . | 4,50 | 5,5 | 22 | 10,5 | 13,2 | 26 |
| » » Вятск. . . . . | 4,60 | 5,7 | 24 | 10,5 | 13 | 24 |
| » винокур. конопл. Ладск. . | 4,65 | 6,8 | 46 | 8,0 | 10,6 | 33 |
| » крахм.-паточн. . . . . | 6,00 | 7,4 | 23 | 12,4 | 15,3 | 24 |

исчислении стоимости 1 kWh у потребителя— в стоимости вводим амортизацию сети низкого напряжения, или возврат ссуды с начислением %%. Не введена в стоимость 1 kWh лишь амортизация вводов и внутреннее оборудование, а также и стоимость токоприемников (электродвигатели, уличные фонари и проч.).

Таким же способом мы считаем стоимость 1 kWh у потребителей, т. е.:

а) при погашении только ссуды и %;

б) при погашении ссуды, плюс амортизация и %% на капитал;

в) тоже, но с начислением прибыли предприятием на себестоимость—20%.

Исходя из этих расчетов, продажная стоимость 1 kWh у потребителя будет: (См. табл. стр. 73).

Сопоставляя найденные данные (подчеркнутые) о стоимости 1 kWh на стороне низкого напряжения (233 V.) трансформаторов и у потребителей с данными о средне-предельных тарифах на энергию для с.-х. потребителей (см. рис. 1 на стр. 19), находим, что выведенная стоимость 1 kWh у большинства комбинатов приемлема для сельско-хозяйственного населения и, следовательно, электрификация сельского хозяйства этого типа должна пользоваться преимуществом перед типами самостоятельных электрических станций (осветительных).

| | Продаж. стоим. 1 kWh на стороне низк. напр. 230 в. со включ. 20% приб. | Прод. стоим. 1 kWh у потребит. пр ипогашении ссуды в 10 л. и 6% год. | Продажн стоим. 1 kWh у потреб. при погаш. ссуды в 10 л. при 6% годовых и амортизации. | Продаж. стоим. 1 kWh. у потреб. при погаш. ссуды в 10 л. при 6% годовых и со включением амортиз. и 20% прибыли. |
|---|---|---|---|---|
| по сахар. комб. при 2 820 *) час. . . | 8,6 | **12,5** | 15 | 17,3 |
| » 3 000 » . . | 8,4 | **11,3** | 13,5 | 16 |
| по льняному Сычев. при 5 600 *) час. . . | 9,4 | **11,91** | 14,4 | 17,3 |
| » 3 000 » . . | 16,7 | **18,1** | 21,5 | 28 |
| по льняному Вятскому при 5 450 *) час. . . | 8,4 | **10,6** | 12,7 | 15,9 |
| » 3 000 » . . | 13,8 | **14,6** | 17,5 | 22 |
| по винокур. коноплян. при 4 100 *) час . . | 12,4 | **12,76** | 15,2 | 21,14 |
| » 3 000 » . . | 16,4 | **16,2** | 19,4 | 25 |
| по крахм.-поточн. при 4 450 *) час. . . | 14,6 | **16,4** | 20 | 25 |
| » 3 000 » . . | 21 | **22** | 25 | 31 |

По существу и в разобранных нами семи группах станций— станции с мощностью свыше 75 kWh имеют характер комбината, поскольку базируют свою работу по преимуществу на технической нагрузке.

Возвращаясь к анализу стоимости 1 kWh в комбинатных электроических станциях, нужно отметить, что стоимость топлива

*) Верхнее число часов использования означает запроектир. коэффициент. Нижнее — условный коэффициент.

нами везде принималась по средней дровяной цене для данного района, за исключением сахарного комбината, где стоимость топлива взята, исходя из средних цен на привозное твердое (уголь Донецкий) топливо, так что эта топливная слагающая в общей стоимости 1 kWh на шинах станции у нас сосчитана не менее 25%. Между тем, по большинству комбинатов топливом служат отбросы производства, которых в расчет приводить и не нужно, тем более, что станции при комбинатах отпускают электрическую энергию основному производству, потребляющему в большом количестве и пар по цене до 2 коп. за 1 kWh,

Поскольку в электрокомбинатах топливо расходуется, как на основное ироизводство, так и на выработку электрической энергии а последняя продается станцией заводу по себестоимости без учета стоимости топлива, — мы поступили бы правильно, если бы совершенно не считали стоимости топлива для электрической стаиции. Между тем стоимость топлива до 25% от общей стоимости 1 kWh вводится условно, так как в ряде случаев электрические сети могут находиться в ведении посторонней организации, покупающей электрическую энергию по оптовому счетчику от электрокомбината для которых комбинат вводит стоимость топлива.

Электрическая станция при комбинате, будучи во многом зависима от основного производства, должна будет применять дифференциальный тариф па электрическую энергию. Так, например, «Электросельстроем» в проектах электрокомбинатов предположено применять тарифы:

1. для лесопильных, подсолнечно-маслобойных, льняных и пенькообделочных заводов, предоставляющих станции бесплатно горючие отбросы (опилки, обрезы, кострy, лузгу) и потребляющих на тепловую мочку, сушку и др. процессы производства по себестоимости все количество мятого пара за 1 kWh электрической энергии . . . . . 2—3 коп.
2. для винокуренных, сахарных и крахмально-паточных заводов, потребляющих на производство по себестоимости не менее 60% мятого пара . . . . . 3—5 »
3. для мельниц, крупорушек, не подсолнечно-маслобойных заводов, ремонтных мастерских, прокатных пунктов и кустарной промышленности . . . . . 8—12 »
4. для наружного освещения улиц и площадей . . . . . 10—15 »
5. для внутреннего освещения . . . . . 15—20 »

Вышеприведенные тарифы на электрическую энергию для отдельных групп потребителей посчитаны «Электросельстроем» на основании данных продажной стоимости 1 kWh как на шинах станции, так и у потребителей.

В заключение несколько слов о средних стоимостях комбинатов:

**1. Сахарный.** Марьино-Пенский, в Курской губ.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Котельное оборудование . . . . . | Рубл. | 330 000 |
| 2. | Турбогенераторы . . . . . | » | 320 000 |
| 3. | Распределительное устройство и соединения на центральной станции и повысительной подстанции при заводе . . . . . | » | 45 000 |
| 4. | Питательная сеть . . . . . | » | 94 500 |
| 5. | 25 понизительных трансформаторных подстанц. | » | 60 000 |
| 6. | Распределительная сеть . . . . . | » | 600 000 |
| 7. | Приспособление здания под станцию, включая стоимость имеющегося помещения . . . . . | » | 50 000 |
| | Итого . . | Рубл. | 1 500 000 |

**2. Льняной** — в Сычевском уезде, Смоленской губ.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Льняной завод . . . . . | Рубл. | 262 100 |
| 2. | Маслобойный завод . . . . . | » | 19 850 |
| 3. | Лесопильный . . . . . | » | 32 000 |
| 4. | Электрическая станция . . . . . | » | 106 000 |
| 5. | Районная сеть . . . . . | » | 153 000 |
| 6. | Вводы и внутренняя проводка . . . . . | » | 30 000 |
| 7. | Ремонтная мастерская . . . . . | » | 30 000 |
| 8. | Прокатный пункт для молотьбы . . . . . | » | 12 000 |
| 9. | Электрификация сельских мельниц . . . . . | » | 10 000 |
| 10. | Электрификация кустарных производств. . . | » | 10 000 |
| | Итого . . | Рубл. | 664 950 |

**3. Льняной** — в Котельническом уезде Вятской губ.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Льнообделочный завод . . . . . | Рубл. | 275 000 |
| 2. | Лесопильный . . . . . | » | 45 000 |
| 3. | Маслобойный . . . . . | » | 25 000 |
| 4. | Электрическая станция . . . . . | » | 120 000 |
| 5. | Сеть проводов и подстанций . . . . . | » | 75 000 |
| 6. | Устройство вводов и внутреннего оборудования освещения . . . . . | » | 30 000 |
| 7. | Ремонтная мастерская . . . . . | » | 30 000 |
| 8. | Прокатный пункт . . . . . | » | 12 000 |
| 9. | Мельницы . . . . . | » | 10 000 |
| 10. | Кустари . . . . . | » | 10 000 |
| | Итого . . | Рубл. | 632 000 |

**4. Конопляный** — в Ладском районе, Пензенской губ.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Пенькообделочный завод . . . . . | Рубл. | 210 000 |
| 2. | Винокуренный завод . . . . . | » | 60 000 |
| 3. | Маслобойный . . . . . | » | 12 000 |
| 4. | Мельницы . . . . . | » | 14 000 |
| 5. | Крупорушка . . . . . | » | 5 000 |
| 6. | Шерсточеска . . . . . | » | 7 000 |
| 7. | Ремонтная мастерская . . . . . | » | 33 000 |
| 8. | Электрическая станция и сеть . . . . . | » | 277 950 |
| 9. | Вводы и оборудование для освещения . . . | » | 34 000 |
| 10. | Прокатный пункт . . . . . | » | |
| 11. | Кустарные производства . . . . . | » | 24 000 |
| | Итого . . | Рубл. | 678 350 |

**5. Крахмально-паточный** в Зелецинском районе, Нижегор. губ.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Картофеле-паточные заводы . . . . . | Рубл. | 332 658 |
| 2. | Паточный завод . . . . . | » | 286 105 |
| 3. | Лесопильный завод . . . . . | » | 80 000 |
| 4. | Бондарная и слесарно-механич. мастерская . | » | 137 700 |
| 5. | Электрическая станция . . . . . | » | 135 900 |
| 6. | Районная сеть . . . . . | » | 88 450 |
| 7. | Вводы и внутренняя проводка . . . . . | » | 30 000 |
| 8. | Прокатный пункт для молотьбы . . . . . | » | 12 000 |
| 9. | Электрификация мельницы . . . . . | » | 4 500 |
| | Итого . . | Рубл. | 1 108 113 |

Если из общей стоимости электрокомбинатов выделить отдельно электрические станции и определить их стоимость в части, относящейся к обслуживанию района (общественная нагрузка), то найдем, что по пяти разобранным комбинатам в среднем установленный 1 kWh мощности станции оценивается в 1 255 р. вместо 1 970 р. в среднем по семи группам электрических станций некомбинатных.

Отдельные слагаемые стоимости 1 kW комбината составляет:

а) станция 584 р. на 1 kW — вместо 850 р. на станциях некомбинатных:

б) сеть 607 р. вместо 738 р. на станциях некомбин.

в) вводы в дома 64 р. — вместо 132 р. по станциям некомбинатным.

Переходя к более подробному разделению стоимости на отдельные слагаемые, найдем, что по всем слагаемым имеет место

уменьшение стоимости на 1 kW в станциях комбинатного типа против станций некомбинатных — осветительных.

Это видно из следующей таблицы.

Таблица.

| Отдельные слагаемые стоимости установленного 1 kWh, мощности станции. | Стоимость на 1 kW. станции. | | Увеличение стоимости осветит. станций в kWh к комбинат. |
|---|---|---|---|
| | Станции комбинат. | Станции некомбин. | |
| 1. Здание станции . . . . . | 46,50 | 191,— | 317.— |
| 2. Первичный двигатель . . . . . | 252,40 | 430,— | 70.— |
| 3. Электрич. часть станции . . . | 186,— | 224,— | 20.— |
| 4. Столбы сети выс. напряж. . . | 51,50 | 65,— | 26.— |
| 5. Электротехн. оборудов. высок. напряжения . . . . . | 177,— | 218,— | 23.— |
| 6. Здания трансф. подстанций . . | 13,90 | 27,— | 94.— |
| 7. Электр. оборудование трансформ. | 119,— | 173,— | 45.— |
| 8. Столбы сети низк. напр. . . | 62,70 | 136,— | 117.— |
| 9. Электротех оборуд » » . . | 181,— | 325,— | 80.— |
| 10. Вводы . . . . . | 64,— | 131,— | 105.— |
| 11. Внутреннее оборудов. . . . . | 101,— | 254,— | 150.— |
| Всего . . . . | 1 255,— | 2 187,— | 74,— |

Как видно из этой таблицы—наибольшее удорожание имеется по зданию станций некомбинатных, по сети низкого напряжения, первичным двигателям и трансформаторам понижающим. Объясняется это тем, что машинное оборудование и здание станции одновременно служат как станции, так и заводу, при котором станция сооружается.

Что касается удорожания сети и трансформаторов, то тут играет роль высокий коэффициент использования комбинатной установки и сосредоточенность нагрузки поблизости у основного предприятия.

Таким образом, высота коффициента использования всей комбинатной установки влияет и на удешевление сетей высокого и низкого напряжения вообще и даже вводов, так как центр тяжести

отдаваемой с комбината электрической энергии переносится с осветительной нагрузки на техническую. Достаточно указать, например, что в сахарном комбинате из 8 500 000 kWh. потребляется осветительными абонентами не более 1 300 000 kWh., а 7 200 kWh. потребление техническое, то-есть 85% от общей отдачи.

В числе 7 200 kWh. технической нагрузки включено до 4 300 kWh., подлежащие отдаче в сеть Марицкой районной электрической станции, которая, являясь оптовым крупным потребителем энергии сахарного комбината, рассматривается нами как техническая нагрузка.

Из сказанного по поводу экономической стороны работы электрокомбинатов вытекает, что выбор места комбината, состав и характер его зависит во многом от характера развития основных производств по переработке с./х. продуктов. Поэтому и все мероприятия по электрификации сельского хозяйства на принципах электрокомбинатов во многом зависят от развития основных отраслей по с./х. индустриализации.

Отсюда и план с./х. электрификации самым тесным и неразрывным образом связан с планами Наркомземов Республик по части увязки его с мероприятиями по развитию сел. хозяйства и реконструкции, а также с системой с./х. кредита, финансирующей мероприятия по индустриализации сельского хозяйства.

Что касается масштаба производственного плана на ближайшее пятилетие,—он целиком будет зависить от величины ассигнований на основные отрасли по индустриализации сельского хозяйства; в некоторых из них электрификация по размерам затрат занимает до 50% средств. Так что основным критерием масштаба работ надо считать ассигнования в бюджетном и банковском порядке на дело электрификации, которое составляет не менее 70% от стоимости строительной сметы.

## РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ.

### Сельская электрификация — как потребитель электрической энергии крупных районных электрических станций.

Дороговизна сельского электростроительства исключает постановку резервов в сельских электрических станциях, а за отсутствием резерва бесперебойное снабжение сельских потребителей элекрической

нергией становится сомнительным. При этом нужно иметь в виду, что электроснабжение для сельского населения, помимо экономических выгод, имеет крупное значение—как культурный фактор. Этот фактор тем заметнее для сельского населения, чем полнее население пользуется электрической энергией. Отсюда следует, что присоединение сельских абонентов к сети крупных районных электростаций представляет для населения крупнейшие преимущества.

Присоединение сельских потребителей к сети районных станций имеет, кроме того, то крупное преимущество, что перевод на электрическую тягу всех мелких с./х. и кустарных предприятий происходит без боязни за перебои в снабжении электрической энергией, чего нельзя, конечно, сказать в отношении мелких самостоятельных сельских элек-станций. Мы оставливаемся на этих преимуществах присоединения к сетям крупных электрических станций потому, что при высокой стоимости электротехнических изделий—население идет на затраты по электрическому оборудованию лишь после уверенности в бесперебойной подаче тока.

Стоимость электрической энергии от районных крупных станций поддается большему регулированию, а следовательно, и более полному воздействию на развитие сельской электрификации через правильную тарифную политику. Не подлежит никакому сомнению, что развитие сельской электрификации, как потребителя энергии крупных районных электрических станций, во всех отношениях представляет крупный интерес, и мы считаем, что в районах действия крупных электрических станций сельская электрификация будет и должна развиваться, как потребитель энергии крупных сганций.

Весь вопрос сведется лишь к тому—сможет ли районная сеть удовлетворить сельских потребителей в электрической энергии и в какой форме. Надо при этом помнить, что развитие сетей сельской электрификации предвидит сплошную электрификацию, независимо от плотности населения, характера землеустройства и состояния местной промышленности. Предполагая, что все с./х. нужды будут в полной мере удовлетворяться энергией от сети крупных районных электрических станций—мы определили полную потребность в электрической энергии для с/х. потребителей в радиусе до 200 km от каждой группы крупных станций.

В состав потребителей электрической энергии у нас введены не только выявленные потребители, как освещение, молотьба, пред-

приятия по переработке сельско-хозяйственных продуктов, но и такие, которые вновь появятся в связи с интенсификацией сельского хозяйства и переработкой всех товарных культур, а также полной реконструкции кустарных производств.

На ниже помещаемой карте выявлена эта потребность.

Не вдаваясь в вопрос о том, смогут-ли или не смогут крупные районные электрические станции полностью удовлетворить спрос сельского населения в электрической энергии, мы вначале остановимся на желательности постройки и мелких комбинатных сельских электрических станций. Не подлежит сомнению, что довольно значительный ряд лет мы будем жить в обстановке недостатка в электрической энергии для государственной промышленности, транспорта и коммунального хозяйства. Сельское же население в огромной своей части лишено будет еще в ближайшее будущее питаться энергией крупных станций. Между тем оборудование сетей высокого и низкого напряжения для самостоятельных и комбинатных электрических станций должно рассматриваться, как подготовка общей сплошной сети районной электрической станции. Отсюда не должно быть ровно никаких препятствий к сооружению местных средних и мелких станций. Больше того, в ряде случаев сельские станции, построенные на принципах электрокомбинатов, могут и будут работать параллельно с крупными электрическими станциями.

В таких электрокомбинатах, как сахарные, винокуренные, крахмально-паточные, льнообрабатывающие, маслобойные и другие, где электрификация и теплофикация взаимно друг друга дополняют—электрические станции могут с успехом конкурировать с сетью районных электрических станций. Прежде всего, потому, что тепловое хозяйство этих производств оборудуется независимо от наличия электрической энергии от сети районных станций. Во вторых, стоимость электрической энергии на шинах генератора электрокомбината всегда будет дешевле энергии районной электрической станции по той простой причине, что в стоимость энергии районной станции должны включаться расходы и по амортизации сети высокого напряжения, трансформаторов и потери в сети и в трансформаторах. Энергия сети районных электрических станций, с учетом всех перечисленных расходов, не может быть ниже (как общее правило, исключений мы здесь не касаемся) 10 коп. за 1 kWh в то время как стоимость 1 kWh на

шинах генератора комбината при худших условиях не может быть выше 10 коп. (см. расчеты—электрокомбинаты). Мы это подчеркиваем с тем большим сожалением, что расчеты, произведенные по

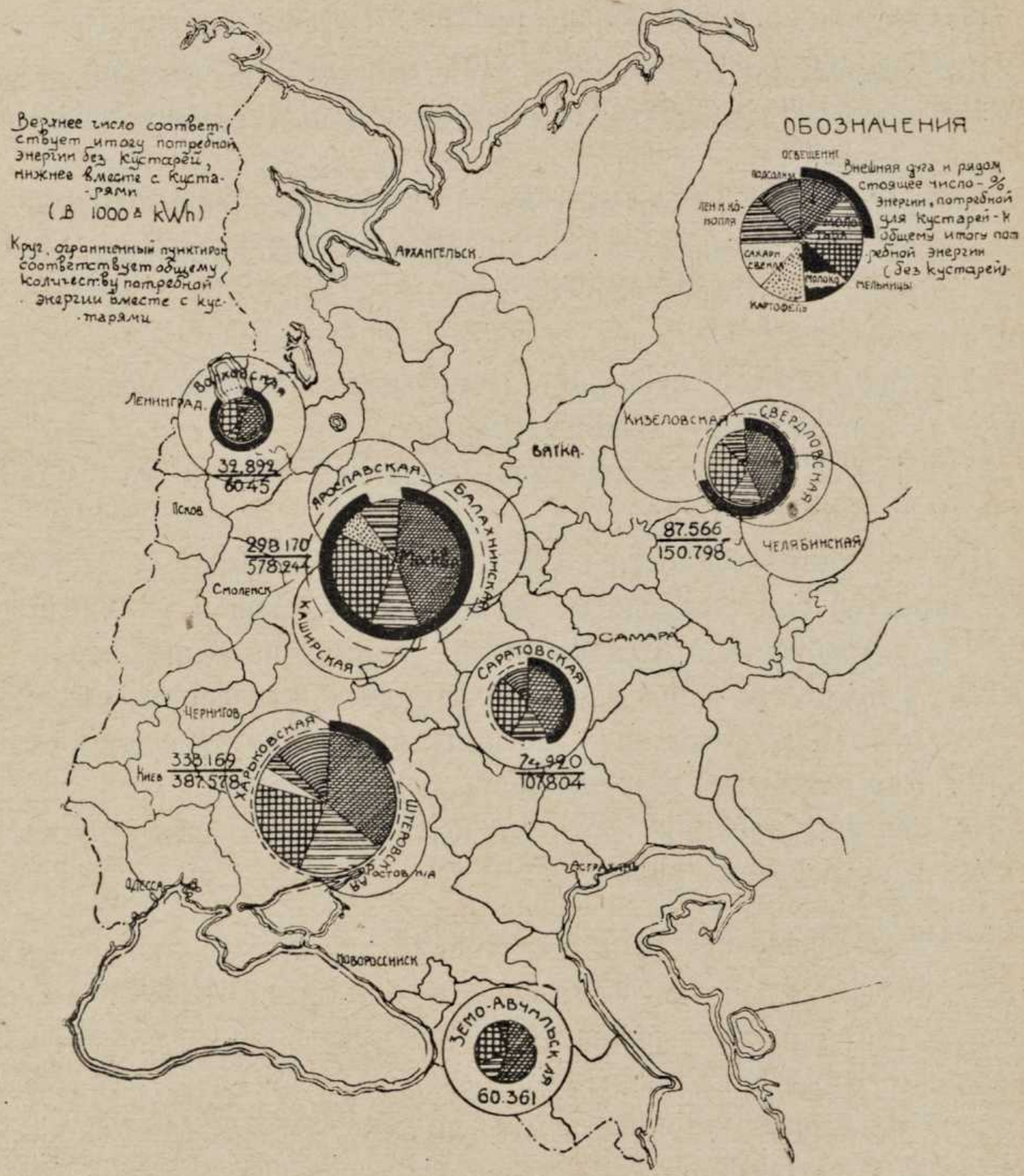



Рис. 11.

8 примерным пунктам присоединения к сетям районных электрических станций приводят нас к выводу, что не тяк уж дешево энергия районных станций приходится сельскому потребителю, как это многим кажется. Достаточно сослаться на опыт за-границей, например в Швеции, где сеть районной электрической станции от-

пускает на стороне 6 600 V по оптовому счетчику по 3—5 коп. за 1 kWh, а потребителю энергия обходится:

а) на Юге Швеции . . . . . по 14 коп. за 1 kWh.
б) в Центральн. части Швеции . . . . . „ 23 „ „ „
в) на Севере . . . . . „ 50 „ „ „

На удорожание стоимости 1 kWh влияет относительно малая емкость тока в сельских местностях и высокая стоимость электрических сетей.

Применительно к условиям у нас, в СССР. для районов МОГЭС'а. Нижегородской, *) Кизеловской и Штеровской районных электрических станций проделан подсчет стоимости 1 kWh у потребителя для случаев:

а) когда сельское население пользуется энергией непосредственно от центральной районной станции:

б) когда с./х. население присоединяется к сети на стороне 6 600 V у трансформатора.

При подсчете стоимости 1 kWh учтена плотность с./х. населения, характер землеустройства, величина поселков и их число на 1 kWh. потребность в электрической энергии на один двор и на 1 kWh., а также все эксплоатационные прямые и косвенные расходы.

Результаты подсчета надо признать крайне интересными и стоящими того, чтобы на них побробно остановиться.

Из сводной таблицы (см. прилож. III) видно что стоимость 1 kWh у потребителя равна:

1) по Орехово—Зуевскому уезду—МОГЭС:

а) при 1 000 ч. использования . . . . . 39.7 коп.
б) „ 2 000 ч. „ . . . . . 28,2 „
в) „ 3 000 ч. „ . . . . . 24,3 „
г) „ 4 000 ч. „ . . . . . 22,3 „
д) „ 4 000 ч „ . . . . . 21,2 „

2) По Нижегородскому району Вача:

а) при 1 000 ч. использования . . . . . 31,8 коп.
б) „ 2 000 ч. „ . . . . . 23,6 „
в) „ 3 000 „ „ . . . . . 20.8 „
г) „ 4 000 „ „ . . . . . 19.4 „
д) „ 5 000 „ „ . . . . . 18.5 „

*) Расчеты произвел инж. Е. А. Глазунов, заведующий Проектно—Сметным отделом „Электросельстроя".

По району Штеровскому, вследствие более плотного населения, стоимость 1 kWh несколько ниже двух приведенных примеров; что касается Кизеловского района—с редким населением—то стоимость доходит даже до рубля за 1 kWh и выше.

Анализируя стоимость передачи энергии к потребителю от центральной станции, находим, что прямые и косвенные расходы, зависящие от стоимости электрических сетей, составляют в среднем:

| | |
|---|---|
| для Каширского района МОГЭС'а | 89,6 |
| „ Орехово—Зуевского уезда МОГЭС'а | 89,7 |
| „ Нижегородского района | 87,7 |
| „ Района Вача, Нижег. Гос. Эл. станции | 91 |
| „ „ Кизеловской электр. станц. | 84 |
| „ Луневского района Кизелов. станц. | 84 |
| „ Штеровского района около станции. | 91,6 |
| „ „ „ Луганский уезд | 90,6 |
| В среднем по районам. | 88,5% |

Таким образом, первейшая задача в удешевлении экектрической энергии для сельско-хозяйственных потребителей—это удешевление электрических сетей. Здесь мы не касаемся технических вопросов, как-то: оборудование сетей железным проводом, применение рациональных напряжений, упрощение норм и т. д. Указываем лишь на необходимость устранения в срочном порядке ряда ненормальностей, тормазящих дело сельской электрификации. К числу описанных ненормальностей следует отнести еще и другую сеть «токопроводящих организаций«. Мы имеем в виду организации, эксплоатирующие сети высокого напряжения до 6 600 V, сети напряжения от 6 600 до 230 V и распределительные сети 230 V.

Каждая из этих организаций на себестоимость энергии на данном участке линии делает «накидку» на покрытие, так называемых, накладных расходов. Организазии эти суть следующие в Московском вайоне:

а) Электрическая станция, б) МОГЭС, р) Электроэксплоатация и г) Товарищество по Электроснабжению.

Эта лестница промежуточных учреждений следующим образом повышает стоимость тока: (примерно)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| а) Электрическая станция себестоим. | 3 коп | за 1 kWh | + 25% | накл. | расх. |
| б) М О Г Э С | „ 8 „ | „ | + 25% | „ | „ |
| в) Электроэксплоатация себестоим. | 12 „ | „ | + 25% | „ | „ |
| г) Т-во по электроснабж. | „ 25 „ | „ | + 25% | „ | „ |

Таким образом, потребитель получает электрическую энергию по цене 31,25 коп. за 1 kWh, из которых 19 коп. так называемая, производственная стоимость, а 12,25 коп. или 66% на покрытие накладных расходов указанных выше организаций. Вряд-ли нужно долазывать, что эта системя должна быть в корне изменена.

Благодаря, очевидно, этой системе потребители в московском районе получают энергию от сети МОГЭС'а по 30—40 коп. за 1 kWh.

Бозвращаясь к стоимости передачи электрической энергии от центразьной станции к потреаителю, нужно заметить, что удешевление может быть произведено двумя путями:

1. Отпуск энергии от районной станции по минимально дешевому тарифу (по оптовому счетчику) для потребителей и уничтожение практики искуственного вздувания стоимости 1 kWh токопроводящими организациями;
2. удешевление электрических сетей путем применения железных проводов, выбором рационального напряжения и упрощением норм и техники электротехнических оборудований.

Но кроме отмеченных мер—удешевление энергии получается во всех случаях с увеличеним числа часов использования. Из сводной таблицы (см. прилож. III) видно, что при 5 000 часах исполлзования стоимость передачи энергии в среднем понижается в 5 раз, в сравнении с продолжительностью использования 1 000 часов. Увеличение же числа часов использования мощности целиком зависит от системы и размеров тарифов на электрическую энергию.

## РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ.

### Финансово-производственный план сельскохозяйственной электрификации на пятилетие 1926/27 г. — 1930/31 г.

Исходя из предыдущего разбора стоимости электростроительства, нужно прежде, всего уяснить, что развитие его будет обеспечено лишь при ассигновании государством в банковском порядке достаточных долгосрочных кредитов. Размер долгосрочпого кредита должен быть не менее 70%, суммы сметы, а остальные 30% суммы сметы в денежной или материальной форме вкладывает заказчик,

т. е, сельско-хозяйственное население. В случаях, когда заказчик не может и 30% вложить в той или иной форме собственных средств, а по экономическим соображениям строительство рентабельно—к участию в затратах средств привлекаются и монтажно-строительные организации, как например, «Электросельстрой», при чем последние привлекаются к участию в затратах и в том случае, когда заказчик и банки полностью кредитуют данную установку. Подобное кредитование происходит вследствие того, что в процессе производства, обычно, длящемся более года, а также и на заготовку необходимого оборудования, строительная организация затрачивает, как правило, собственные оборотные капиталы. Например, затраты по оборудованию данной установки строительной организацией к концу постройки производятся в 100% от суммы сметы в то время, как платежи заказчика и кредиты банка соетавляют к концу работы ок. 50% от сметы. Таким образом, заказчик свои 30% от сметы, как в денежной, так и в материальной форме, вносит в продолжение 1—1½ лет. Считая, что в среднем в денежной форме заказчик вносит не более 15%, а 15% в форме предоставления труда, транспортных средств и заготовки местных строительных материалов,—получим отсюда, что заказчик на каждый двор в денежной форме в продолжение 1—1½ лет внесет до 15 рублей. Этот расчет исходит из предположения, что в среднем на 1 двор электрососружение обходится около 100 рублей.

Из анализа стоимости 1 kWh электрической энергии от сельских электрических станций в зависимости от продолжительности срока кредитования вытекает, что 15 летний срок приближает нас к нормальной амортизации капитала и стоимости 1 kWh на уровне доступной сельско-хозяйственным потребителям. Поэтому мы останавливаемся на 15 летнем сроке кредитования и в дальнейшем определяем сроки возврата ссуд исходя из 15 летнего срока. Принимая возрат ссуды в 15 лет равными долями начиная с третьего года эксплоатации станции, мы найдем, что средняя продолжительность кредита будет равна $\frac{15+3}{2} = 9$ лет.

Ссуды выданные банком на электрососружения на срок на 15 лет возвратятся в банк обратно в среднем лишь через 9 лет.

Определив размер и сроки кредитования и возврат ссуды—мы сделали попытку наметить в перспективе на 5 лет вложение

долгосрочных банковских средств на дело сельской электрификации.

С 1923/24 г. по 1926/27 г. в бюджетном и банковском порядке всего отпущено около 6 100 тысяч рубл. целевых долгосрочных ссуд на с./х. электрификацию. Этот рост ассигнований на с./х электрификацию за прошлые годы был следующий:

| | Средства ЦСХ Банка. | Средства Электро-банка | Средства местных бюджетов. | Электро-строител. организ. | Всего. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1923/24 г. . . . . | 50 | 300 | 200 | 200 | 750 |
| 1924/25 » . . . . . | 1 009,5 | 551,4 | 400 | 400 | 2 360,9 |
| 1925/26 » . . . . . | 2 800,7 | 300 | 500 | 1 200 | 4 800,7 |
| намеч. на 1926/27 г. . . | 4 200 | — | 1 140 | 2 500 | 7 840 |

Из приведенной таблицы видно, что ежегодный прирост ассигнований к предыдущему году по годам был:

За 1924/25 г. 215%, за 1925/26 г. 103% и намечено в 1926/27 г.—62%. Исходя из положения, что динамический прирост ассигнований из года в год увеличивался в среднем за последние три года—82,5%—мы на будущее время из осторожности принимаем его в следующих размерах:

| | I вариант. | II вариант. |
|---|---|---|
| для 1927/29 г. на . . . | 50% | 25% |
| » 28/29 » » . . . | 40% | 20% |
| » 29/30 » » . . . | 30% | 20% |
| » 30/31 » » . . . | 25% | 15% |
| » 31/32 » » . . . | 20% | 15% |

Или приняв за исходную цифру 19226/27 г. за 7 840 000 рублей, по годам общая сумма ассигнований должна быть:

| | I вариант. | II вариант. |
|---|---|---|
| в 1927/28 г. . . . . | 11,8 | 9,8 |
| » 28/29 » . . . . | 16,5 | 11,8 |
| » 29/30 » . . . . | 21,5 | 14,2 |
| » 30/31 » . . . . | 27 | 16,3 |
| » 31/32 » . . . . | 32,4 | 18,8 |
| | 109,2 | 70,9 |

Как было указано, население в той или иной форме участвует в расходах в размере 30% от общей суммы сметы. Отсюда общий размер строительства по годам и за 5 лет будет равен:

I Вариант.

| Годы. | Ассигнования банков и местн. бюджет. | Средства заказчика. | Всего. |
|---|---|---|---|
| 1927/28 г. . . . . | 11,8 | 5,1 | 16,9 |
| 28/29 » . . . . . | 16,5 | 7 | 23,5 |
| 29/30 » . . . . . | 21.5 | 9 | 30,5 |
| 30/31 » . . . . . | 27 | 11,5 | 38,5 |
| 31/32 » . . . . . | 32,4 | 13.9 | 46,3 |
| Всего за 5 лет . . | 109,2 | 45,5 | 155,7 |

По варианту второму, общий производственный план по годам получится:

II Вариант.

| Годы. | Банки и местн. бюджет. | Строительная организация и заказчик. | Всего. |
|---|---|---|---|
| 1927/28 г. . . . . | 9,8 | 4,2 | 14 |
| 28/29 » . . . . . | 1 ,8 | 5.1 | 16,9 |
| 29/30 » . . . . . | 14,2 | 6.1 | 20,3 |
| 30/31 » . . . . . | 16,3 | 7 | 23,3 |
| 31/32 » . . . . . | 18,8 | 8,2 | 27 |
| Всего за 5 лет . . | 70,9 | 30,6 | 101,5 |

Что касается выбора мест и характера сельских электрических установок мы полагаем, что строительство разовьется в районах действия крупных районных станций. Это тем более вероятно и целесообразно, что единовременные затраты на сооружение центральной станции отпадают, что составляет как мы ранее видели,

в среднем 830 рубл. на установленный 1 kW. Правда, при использовании энергии районных станций крупными объединениями приходится строить длинные и высоковольтные линии для питания сельского района и тем не менее присоединение к сетям районных станций вызывает нетомненно меньшие единовременные затраты.

Далее, предполагается развитие сельских электрических установок на началах электрокомбинатов в районах широкой переработки соответствующих с./х. продуктов. Размер электрокомбинатных станций устанавливается:

| | |
|---|---|
| в сахарных комбинатах до . . . . . | 3 000 kW |
| » крупных маслобойных до . . . . . | 1 000 » |
| » льняных до . . . . . | 300 » |
| » крахмально-паточн. до . . . . . | 1 000 » |
| » винокуренн., крахмальн. или конопляных до | 300 » |

Наконец — самостоятельные оазисные и сельские районные электрические станции предполагается в отдельных случаях к постройке при условии, что средняя стоимость 1 kWh у потребителя будет не выше предельного тарифа на энергию, приемлемую для с./х. потребителей. Размер этих электрических станций, а также род топлива и тип станции зависят целиком от местных условий:

а) наличия дешевого топлива,

б) » местных с./х. промышленных и кустарных промыслов,

в) плотности населения и характера землеустройства.

Обилие разнообразии местных условий исключает возможность сколько нибудь приблизительно определить заранее тип электрической станции, размер ее, местопожения, род топлива и проч., а потому нами избирается метод нахождения наиболее рентабельной стоимости на электрическую энергию для сельских потребителей.

Возвращаясь к вопросу о производственном плане, считаем нужным кратко остановиться на потребности в электротехнических изделиях и механических двигателях для выполнения плана.

До сих пор развитие сельского электростроительства порой упиралось в недостаток электротехнических изделий и вообще и несоответствующую спесификацию, в частности. Не малым тормазом в развитии оказывают также и слишком длинные сроки изготовления оборудования государственной промышленностью. Поэтому заранее надо иметь представление о количествах и спесификации потребных предметов оборудования и материалов.

Исходя из соотношения в ценностном выражении отдельных предметов оборудования к общей смете (см. таблицу VI) — можно составить смету потребных материалов и предметов оборудования для выполнения предполагаемого плана сельского электростроительства.

При определении потребных предметов оборудования мы исходили из средних слагаемых по табл. VI, беря стоимость электротехнических изделий и прочих предметов оборудования в 60% от общей суммы затрат на строительство.

Данные эти сведены в следующую таблицу: (взято все по ценам на 1/x — 26 г.). (См. табл. стр. 90).

Цены на электротехнические изделия за рассматриваемые пять лет, надо полагать, понизятся значительно, вследствие усовершенствования производства и рационализации его вообще. Однако, на соотношении стоимости электротехнических изделий и монтажа это отразиться не может, так как и монтаж будет удешевляться с одной стороны, вследствие укрупнения строительства, а с другой в виду большей приспособляемости монтажно строительных организаций к сельскому строительству. Поэтому соотношение механического оборудования и электротехнических изделий к общей стоимости работ в 60% мы сохраняем на все пять лет.

| Годы: | Первичн. двигат. | | Электрические машины, приборы трансформ. | | Медь и изоляторы | | Установочный материал | | Электродвигатели [1]) | | В с е г о | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | - В А Р И А Н Т Ы | | | | | | | | | | | |
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| | в миллионах рублей | | | | | | | | | | | |
| 1927/28 | 2,16 | 1,82 | 2 | 1,73 | 3,48 | 2,88 | 1,27 | 1,05 | 1,2 | 1 | 10,91 | 8,48 |
| 28/29 | 3,06 | 2,2 | 2,9 | 2,8 | 4,85 | 3,48 | 1,76 | 1,27 | 1,67 | 1,2 | 14,23 | 10,95 |
| 29/30 | 3.95 | 2,64 | 3,77 | 2,52 | 6,3 | 4,2 | 2,28 | 1,52 | 2,16 | 1,43 | 18,46 | 12,31 |
| 30/31 | 5 | 3,02 | 4,77 | 2,88 | 7,95 | 4,8 | 2,88 | 1,75 | 2,72 | 1,65 | 23,32 | 14,10 |
| 31/32 | 6 | 3,5 | 5,72 | 3,35 | 9,55 | 5,57 | 3,47 | 2,02 | 3,28 | 1,9 | 28,02 | 16,34 |
| | | | | | | | | | | | 94,94 | 62,18 |

[1]) По электрическим станциям. построенным до 1925 г. мощность электродвигателей, присоединенных к станции, составляла лишь 24% от мощности,

Что касается ориентировочной общей установленной мощности станций по годам, в среднем принимаем ее за пять лет в 1 200 р. за 1 kW, не считая стоимость присоединенных электродвигателей [2]). Эта стоимость принимается в силу того, что, во-первых средняя мощность сельских электрических станций будет из года в год увеличиваться; во-вторых, преобладающим типом сельских станций будут электрокомбинаты; в-третьих, сельская электрификация будет развиваться в районах действия крупных районных станций, где стоимость оборудования 1 kW значительно ниже, чем в самостоятельных станциях и в четвертых—самое главное—электростроительство вообще будет удешевляться, исходя из предположения стоимости установленного 1 kW мощности на станции. По годам от 1 400 до 1 000 рубл. общая установленная мощность сельских электрических станций и сетей по годам будет равна:

| Годы | Варианты | | Примечание |
|---|---|---|---|
| | первый | второй | |
| 1927/28 | 12 000 | 1 ) 000 | Мощность, используемая для технических целей составляет в общем 100% от общей мощности станций и стоимость электродвигателей не входит в стоимость установленного киловатта. |
| 28/29 | 18 000 | 13 000 | |
| 29/30 | 25 400 | 16 900 | |
| 30/31 | 35 000 | 21 200 | |
| 31/32 | 46 300 | 27 000 | |
| Всего | 136 700 | 88 100 | |

установленной на станции. По станциям, выстроенным Электросельстроем в 1924/25 г. и 25/26 г. эта мощность составляет уже 83% от установленной мощности на станции. В пятилетнем плане мы принимаем мощность электродвигателей в 100% от мощности станций.

[2]) Снижение по годам намечается в плане следующим образом: в 1927/28 г.—1 400 р., 28/29—1 300 р., 29/30—1 200 р., 30/31 г.—1 100 и в 31/32 г.—1 000 р.—за 1 kW.

## РАЗДЕЛ ДЕСЯТЫЙ

### Рентабельность сельской электрификации.

Говоря о рентабельности сельской электрификации, нужно исходить из того основного положения, что электродвигатель, использованный в сельском хозяйстве в помощь человеку, повышает производительность его труда, перераспределяет труд по временам года, тем самым делая труд с/х. работника более продуктивным и, наконец, заменяя человека в с./х. работах, значительно удешевляет себестоимость затрат по производству энергии.

В самом деле, если взять среднее крестьянское хозяйство Ульяновской губ. (по хоз. Ульяновской губ., Ардатовский уезд, Резоватовской волости, деревня Азарьевка—я специально производил наблюдения) где затраты годовые, выраженные в киловатт-часах составляют:

| | |
|---|---|
| Человеческой работы . . . . . | 405,5 kWh |
| Работа животных . . . . . | 239,5 » |
| Механическая работа . . . . . | 67,5 » |
| | 712,5 kWh |

Если оценить работу всех трех видов двигателей «живых» и механических, как мы вывели выше, по себестоимости:

| | | |
|---|---|---|
| а) человеческая работа. . . . . | 405,5 × 47 | = 190 рубл. |
| б) работа животных . . . . . | 239,5 × 20 | = 48 » |
| в) механическая работа . . . . . | 67,5 × 11,8 | = 8 » |
| | | 246 рубл. |

Всего, следовательно, издержки по производству энергии составляют 246 рубл. в год. Эта цифра весьма близко подходит к условной доходности по среднему крестьяскому хозяйству Ульяновской губ. исчисленной Л. Н. Литошенко, т. е. 254 рубл. 80 коп. за 1923 г. Таким образом, разница в найденных нами издержках производства энергии по среднему крестьянскому хозяйству с данными Л. И. Литошенко о доходности хозяйства составляет лишь 3%.

Из наблюдений моих по указанному хозяйству следует, что до 45% всех ручных работ (по величине затрачиваемой энергии) может быть переложено на электродвигатель. Тогда освободившийся благодаря электрификации предприятий по переработке с/х. про-

дуктов и прочим культурным методам ведения сельского хозяйства, труд находит более продуктивное применение с переходом на интенсивные формы земледелия и сельского хозяйства. Однако, только одна возможность перевода части ручных работ на электродвигатель уже значительно понижает издержки производства энергии или, что, тоже, повышает доходность крестьянского хозяйства.

В самом деле, если взять приведенные нами энергетические затраты по хозяйству в сумме 712,5 kWh и из них заменить ручной труд на 45%, то найдем, что издержки производства энергии составят:

| | |
|---|---|
| а) Ручной человеческий труд 223 kWh × 47 . | 104, |
| б) Механич. работа (замена ручн. труда) 182,5 × 20 [1]) . . | 36,5 |
| в) Работа животных 239,5×20 . . . | 48 |
| г) Работа механическая 67,5 × 11,8 . | 8 |
| Всего Рубл. | 196,5 |

В сравнении с затратами на производство энергии в хозяйстве не электрифицированном мы, таким образом, имеем уменьшение этих затрат на 246—196,5 = 49 рубл. 50 коп. или 26%, а чистый доход по хозяйству (условно чистый доход, по Литошенко, минус издержки производства энергии) поднимается с (254 р. 80 к. — 246 р.) = 8 рубл. 80 коп. до (254 р. 80 к. — 196 р. 50 к.) = 58 рубл. 30 коп. Условимся считать эту выведенную прибыль по хозяйству приростом доходности в хозяйстве вследствие электрифизации его.

Прирост доходности в сельском хозяйстве тем выше, чем выше заменяется ручной труд электродвигателем и, вместе с тем, освобожденный труд направляется на реконструкцию хозяйства, вследствие перевода его на интенсивные формы. Примерный расчет прироста доходности выведен здесь в условиях полуэкстенсивного хозяйства. Развитие электрификации в районах с интенсивными формами земледелия, особенно где в севообороте большую долю составляют трудоинтенсивные культуры, повышает прирост доходности еще в большей степени. Например, если взять район действия электрокомбината, базирующегося на переработке льна, мы найдем, что электрокомбинат производительностью до 200 тысяч

[1]) При дороговизне сельского электростроительства мы принимаем стоимость 1 kWh для электродвигателей в 20 коп.

пудов льносоломы в год снимает до 75 000 рабочих дней с крестьянского ручного труда. Известно, что на каждой десятине льна затрачивается в год 87,5 рабочих дней людских, из которых 60% падает на первичную обработку льна, так что заводская льнопереработка освобождает на каждой десятине до 52 рабочих дней. Культура льна считается трудоемкой и размеры посевных площадей находятся в зависимости от наличия рабочих рук в хозяйстве. С переходом хозяйств на заводскую переработку льна—посевы его не зависят более от наличия рабочих рук, а следовательно, надо ожидать расширения посевных площадей под культурой льна.

Специальными обследованиями агрономов, работающих в льноводных районах, установлено, что оплата каждого рабочего дня затраченного на обработку десятины льна при условии сдачи льносоломы на завод — увеличивается в два раза, или по Лихославльскому району, Тверской губ. с 2 рублей увеличивается до 4 рублей в день.

Кроме того, на ряду с льноводством, как правило, развивается и травосеяние, как база интенсивного животноводства. Таким образом, в льноводческих районах электрификация сельского хозяйства с преимущественным использованием электродвигателя в льнопереработке, становится фактором реконструкции всей системы хозяйства в сторону усиления животноводческого направления. Освобожденный труд, таким образом, находит более продуктивное применение при усилении животноводства.

Взятое под наблюдение одно среднее крестьянское хозяйство Тверской губ., Бежецкого уезда, имеющее в севообороте до 20% посевов льна, в год затрачивает труда до 1 000 kWh., из которых до 60% ручного труда, 30% конской работы и 10% механической.

В Тверской губ. себестоимость затраченного в с/х. 1 kWh. человеческой энергии оценивается на 50% выше средней оплаты по Союзу ССР, вследствие относительно более высокой оплаты рабочей силы, а главное, при преобладающей затрате энергии на льнообработку. Поэтому стоимость 1 kWh человеческой энергии в среднем будем считать по 70 коп. Тогда издержки по производству энергии в 1 000 kWh будут равны:

| | | |
|---|---|---|
| а) Труд людей . . . . . | 600 × 70 . . | 420 р. — к. |
| б) Работа животных . . . . | 300 × 20 . . | 60 » — » |
| в) Механическая работа . . . . | 100 × 11,8 . | 11 » 80 » |
| | Итого . | 491 р. 80 к. |

По данным Л. И. Литошенко в среднем по Тверской губ. условно чистый доход на хозяйство равен 507 р. 70 к. Отсюда ежегодный прирост доходности по хозяйству равен 507,7—491,8 = 15 р. 90 к.

Все эти цифры, разумеется, имеют относительное значение. Например условно чистый доход по Литошенко взят за 1923 г., а затраты энергии я беру за 1925/26 г.

Однако, эти относительные цифры достаточно полно характеризуют рентабельность электрификации сельского хозяйства в льноводческих районах. В самом деле, в этих районах ручной труд может быть заменен электродвигателями более, чем на 50%. Беря заменимость ручного труда в 50% — найдем издержки по производству энергии:

| | | |
|---|---|---|
| а) Ручной труд . . . . . | 300 × 70 . . . | 210 р. — к. |
| б) Работа электродвигателя . . | 300 × 20 . . . | 60 » — » |
| в) Работа животных . . . . . | 300 × 20 . . . | 60 » — » |
| г) Работа механических сил . . . | 100 × 118 . . . | 11 » 80 » |
| | Итого . | 341 р. 80 к. |

Разница в этом случае между условно чистой доходностью 507,7 р. и издержками по производству энергии 341,8 р. составляет 165,9 р. на хозяйство есть прирост доходности на хозяйство вследствие индустриализации сельского хозяйства на энергетической основе. В районах с большим приростом доходности, как, например, льняном, весь прирост доходности идет на капитальные затраты ввиде сооружения основных предприятий по переработке сельско-хозяйственных продуктов, а равно и подсобных, базирующихся на использовании электрической энергии от электрокомбината. К основным предприятиям мы относим—заводы льняной и маслобойный; к подсобным—ремонтные сельско-хозяйственные мастерские, прокатные пункты, мельницы и другие. Итак на разобранных двух примерах мы устанавливаем значительное увеличение прироста доходности хозяйства с переходом на индустриализацию и электрификацию сельского хозяйства.

Чтобы определить рентабельность электрификации сельского хозяйства в разрезе предполагаемого пятилетнего плана — необходимо прежде найти общее число крестьянских хозяйств, которые будут электрифицированы в ближайшее пятилетие.

Данные для суждения о количестве предполагаемых к электрификации крестьянских хозяйств могут быть взяты или у Электросельстроя по 150 законченным и строящимся электрическим станциям, или по данным о средней величине потребной электрической энергии. Мы предпочли пользоваться данными Электросельстроя. По законченным и находящимся в постройке на 1/x — 26 г. электрическим станциям с./х. пользования средняя мощность на двор равна 0,09 kW.

Взяв эту среднюю мощность на двор, мы найдем общее число дворов, которые будут электрифицированы в ближайшее пятилетие.

| Годы. | Варианты. | | Примечание. |
|---|---|---|---|
| | Первый. | Второй. | |
| 1927/28 г. | 133 000 | 111 000 | Установленная мощность на двор принимается в 0,9 kW во все время. К концу пятилетия предполагается потребление электрической энергии на двор в большем размере, но это произойдет за счет повышения коэффициента использования станции и сетей. |
| 28/29 » | 200 000 | 144 000 | |
| 29/30 » | 283 000 | 188 000 | |
| 30/31 » | 390 000 | 235 000 | |
| 31/32 » | 515 000 | 300 000 | |
| Всего | 1 521 000 | 978 000 | |

Выработка киловатт-часов от самостоятельных с/х. электрических станций и потребление энергии от сетей районных крупных станций находится в зависимости от удачного графика нагрузок у потребителей. До сих пор сельские электрические станции в среднем имели коэффициент использования от 0,1 до 2. На ближайшее пятилетие коэффициент использования мы принимаем, в начале пятилетия 0,2 и в конце 0,3. Наши предположения основаны на том, что с переходом на систему, так называемых, электрокомбинатов коэффициент использования значительно повышается.

Исходя из указанных коэффициентов использования станций и сетей—находим общее количество киловатт-часов, полезно отпущенных с/х. потребителям:

| Годы. | Коэффиц. использ. | В $10^6$ kWh. Варианты. Первый. | Второй. | Примечание. |
|---|---|---|---|---|
| 1927/28 | 0,2 | 21 | 17,5 | |
| 28/29 | 0,225 | 35 | 25,5 | |
| 29/30 | 0,25 | 55 | 37 | |
| 30/31 | 0,27 | 82 | 50 | |
| 31/32 | 0,3 | 120 | 71 | |

Если в среднем 1 kWh сельско-хоз. потребителям для электродвигателей обходится в 20 коп. как максимум, а ручной труд оценивается минимально в 50 коп. за 1 kWh, то, приняв замену электродвигателями не более 50% ручного труда и считая, что в остальной части электродвигатель заменяется механическим двигателем не электрическим, мы найдем, что каждый киловатт-час электрической энергии создает в сельском хозяйстве прирост доходности

$$\frac{50-20}{2}=15 \text{ коп.}$$

Однако, не вся мощность, установленная на станциях, потребляется на производственные цели. Не менее 35% ее идет на освещение, где учет рентабельности производится нами по иному.

Следовательно, чистый прирост доходности в сельском хозяйстве на каждый киловатт-час надо из осторожности принять в

$$\frac{15.65}{100}=9,8 \text{ коп. или кругло 10 коп.}$$

Таким образом по годам прирост доходности суммарно в сельском хозяйстве выразится:

| Годы: | В миллионах рублей. Варианты. | |
|---|---|---|
| | Первый. | Второй. |
| 1927/28 | 2,1 | 1,75 |
| 28/29 | 3,5 | 2,55 |
| 29/30 | 5,5 | 3,7 |
| 30/31 | 8,2 | 5,0 |
| 31/32 | 12 | 7,1 |
| Всего . . . | 31,3 | 20,1 |

Возвращаясь к затратам на электрификацию всего за пять лет банковских и местных средств и средств заказчика по первому варианту 155,7 милл. рубл. и по второму — 101,5 милл. рубл., найдем, что чистая прибыль на средне взвешенный капитал, помимо уже начисленных 6% годовых, составится по варианту первому и второму — 7,9% в год, а на заемный капитал банков этот прирост составит 11,3% в год, вместе же с отчисляемыми %% при исчислении стоимости киловатт-часа—17,3% годовых.

Между прочим, следует иметь в виду, что этот прирост минимальный, т. к. мы берем в сравнении издержки производства человеческой энергии 50 коп. за 1 kWh как минимально низкие, а стоимость электрической энергии для технических потребителей 20 к. за 1 kWh, в среднем, как максимально высокую.

В заключение отметим порядок возврата банковских средств, подлежащих вложению в дело сельской электрификации. Выше было установлено, что сроки кредитования сельской электрификации не могут быть короче 15 лет. Исходя из этого срока кредитования и, полагая, что возврат ссуды должен начинаться с 3 года эксплоатации станции—найдем:

В миллионах рублей

| Годы: | Варианты: | | Ежегодный прирост доходности хозяйств. | | ВСЕГО: | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Первый. | Второй. | I вариант. | II вариант. | I вариант. | II вариант. |
| 1927/28 . . . . | 0,535 *) | 0,535 *) | 2,1 | 1,75 | 2,635 | 2,285 |
| 28/29 . . . . | 1,060 *) | 1,060 *) | 3,5 | 2,55 | 4,560 | 3,61 |
| 29/30 . . . . | 2,04 | 1,875 | 5,5 | 3,7 | 7,54 | 5,575 |
| 30/31 . . . . | 3,42 | 2,855 | 8,2 | 5 | 11,62 | 7,855 |
| 31/32 . . . . | 5,21 | 4,035 | 12 | 7,1 | 17,21 | 11,135 |
| ВСЕГО | 12,265 | 10,36 | 31,3 | 20,1 | 43,565 | 30,46 |

## ВЫВОДЫ.

1. При установлении тарифов на электрическую энергию для сельско-хозяйственных потребителей, необходимо остановиться на себестоимости работы беднейшего слоя крестьян и на минимальной стоимости работы механических двигателей на валу машины. При этом условии сбыт электрической энергии от сельских электрических станций вполне обеспечен и предположения о составе потребителей энергии могут быть оправданы.

2. Исходя из стоимости работ механических двигателей в деревне, стоимости электрического освещения и стоимости работы с.-х. населения—выведенные средние предельные тарифы на электрическую энергию по районам не должны быть превзойдены. В отдельных случаях, внутри района, при наличии высоко рентабельных производств по переработке с.-х. продуктов или кустарных промыслов—уклонение от среднего предельного тарифа может быть допущено, как исключение.

3. Современное сельское электростроительство упирается в высокую дороговизну первичных двигателей, электротехнических изделий и кредитов. Успех развития электростроительства зависит

*) Производится возврат ссуд банку по обязательствам за 1923/24, 24/25, 25/26 гг. из расчета 10 лет.

целиком от удешевления первичных двигателей, электротехнических материалов и кредита и от удлинения срока кредитования.

4. По дороговизне на первом месте стоят маломощные станции. С увеличением мощности сельских станций относительно уменьшится стоимость установленного киловатта. Присоединение к сетям районных электрических станций в большой степени понижает стоимость установленного киловатта.

5. Высокая стоимость электростроительства, особенно на мелких электрических станциях, исключает возможность иметь резерв, а также объединение потребителей электрической энергии промышленного типа, которые в конце концов дают возможность увеличить коэффициент использования станции. Отсюда предпочтение при выборе объектов электрификации необходимо отдавать сельским электрическим станциям крупных мощностей.

6. Плотность населения и характер землеустройства являются факторами, удорожающими или удешевляющими сельское электростроительство. Отсюда выбор места сооружения электрической станции должен быть, по возможности, согласован с районами больших плотностей населения и крупной поселковости.

7. Предварительное изучение потребителей электрической энергии от сельских электрических станций и от сетей крупных районных электрических станций дает возможность наметить электроемкие районы—с наибольшей потребностью в электрической энергии, и тем самым развитие электрификации предполагается в наиболее электроемких районах.

8. Стоимость 1 kWh полезно отпущенной энергии зависит, при прочих равных условиях, от увеличения коэффициента использования электрической станции. Типы станций, представляющие цельный энергетический электрокомбинат, дают возможность относительно большего коэффициента использования и тем самым удешевления стоимости 1 kWh энергии. Помимо увеличения коэффициента использования комбинатных электрических станций, наличие квалифицированной рабочей силы при комбинатах и возможность большего использования станции не только для электрификации района, но и для основного производства по переработке с.-х. продуктов, подводит наиболее здоровую базу под сельскую электрификацию, гарантируя населению бесперебойность снабжения электрической энергией.

9. В виду того, что единовременная затрата средств на электрификацию сельского хозяйства меньше при использовании энергии от сетей районных электрических станций, а также принимая во внимание бесперебойность снабжения электрической энергией сельских потребителей,—присоединение к сетям районных электрических станций должно быть признано имеющим первостепенное значение и предпочтительное пред всеми другими видами электрификации. Только в районах, где отсутствуют сети районных станций или в ближайшее время таковые не намечаются к сооружению, может быть допущено сооружение самостоятельных сельских электрических станций. Изъятие из общего правила может быть допущено в отношении электрокомбинатов, которые допускают параллельную работу с сетями районных станций. Невысокая стоимость энергии от электрокомбинатов делает экономически рентабельным сооружение комбинатов и в районах сетей районных электрических станций.

10. В современных условиях сети районных электрических станций отпускают энергию сельско-хозяйственным потребителям по ценам, нисколько не ниже стоимости электрической энергии сельских станций, а в известных случаях – даже выше. Поэтому необходимо изменить нездоровую систему снабжения сельских районов электрической энергией от крупных станций, благодаря наличию множества организаций, владеющих районными электрическими станциями и их распределительными сетями (Управление Центр. Станцией, МОГЭС, Электроэксплоатация и Товарищества по электроснабжению). Все эти организации, вместе взятые, повышают стоимость электрической энергии у потребителя—покрытием, так называемых, своих накладных расходов—на 66% или на 12—13 коп. на 1 kWh. Помимо этого, необходим отпуск энергии районными электрическими станциями сельским потребителям по специальным удешевленным тарифам, ниже своей стоимости.

11. Стоимость 1 kWh, полезно отпущенного потребителю, понижается в зависимости от длительности кредита. При пятилетнем кредите стоимость 1 kWh во время погашения кредита увеличивается больше, чем на 50% в сравнении со стоимостью 1 kWh при 15-летнем сроке кредитования. Отсюда необходимо установить срок кредитования не менее 15 лет с начислением не более 5% годовых.

# СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПО ЭКСПЛОАТАЦИОННЫМ СМЕТАМ.

| №№ по порядку. | Характеристика станций (первичн. двиг. род тока, напряжение). | Средняя мощность станции Kw. | Потребность энергии kwh. | Годовые потери. | Годовая выработка станции Kwhl. | Прямые расходы. | | | | | | Косвенные налоги. | | | | | | Итого расход | | Стоимость 1 kwh. | | Примечание. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Топливо, смазка и пр. | Персонал. | Текущ. ремонт | | Страхование. | Налоги | Амортизация | | | | 6% на затр. капит. | | на шинах. | у потребителя. | на шинах. | у потребителя. | |
| | | | | | | | | все без сети. | сеть. | | все без сети. | здание 1—2% | двигат. 8%. | эл. обор. 4%. | сеть 4—5%. | все без сети. | сеть. | | | | | |
| | | | | | | Рубли. | | | | Рубли. | | Рубли. | | | | Рубли. | | Рубли. | | Копейки. | | |
| 1 | Нефтян. двигатель, пост. тока 230 V. | 10,5 | 21 000 | 1 050 | 22 050 | 1 330,— | 1 760 | 171,10 | 162,80 | 100,— | 100,— | 80,— | 57,40 | 376,— | 97,60 | 364,— | 600,— | 480,— | 3 712,10 | 5 688,90 | 16,8 | 27,0 | Верхние цифры по каждому § относятся к потреблению, равному мощности станции, умноженной на 2 000 часов. Нижние на 3 000 часов. |
| | | | 35 500 | 1 575 | 33 075 | 2 000,— | 1 760 | 171,10 | 162,80 | 100,— | 100,— | 80,— | 57,40 | 376,— | 97,60 | 364,— | 600,— | 480,— | 4 382,10 | 6 359,30 | 13,25 | 19,2 | |
| 2 | Нефтян. двигатель постоянного тока 2 × 230 V. | 23,4 | 46 800 | 2 340 | 49 140 | 3 096,— | 2 640 | 312, | 312,— | 178,10 | 178,10 | 156,88 | 88,— | 720,— | 176,— | 700,— | 1 065,— | 935,— | 7 143,— | 10 556,— | 14,5 | 22,5 | |
| | | | 70 200 | 2 560 | 73 760 | 4 644,— | 2 640 | 312,— | 312,— | 178,10 | 178,10 | 156,88 | 88,— | 720,— | 176,— | 700,— | 1 065,— | 935,— | 8 681,— | 12 104,— | 11,4 | 17,2 | |
| 3 | Нефтян. двигатель 3-х фазного тока 230 V. | 26,5 | 53 000 | 2 650 | 55 650 | 3 096,— | Станц. 1 760 | 384,50 | 200,— | 223,— | 223,— | 100,— | 107,— | 888,— | 238,— | 450,— | 1 340,— | 600,— | 8 259,50 | 10 489,50 | 14,8 | 19,75 | |
| | | | 80 000 | 4 000 | 84 000 | 4 644,— | Сеть 880 | 384,50 | 200,— | 223,— | 223,— | 100,— | 107,— | 888,— | 238,— | 450,— | 1 340,— | 600,— | 9 807,50 | 12 037,50 | 11,6 | 15 | |
| 4 | Нефтян. двигатель 3-х фазного тока В/Н 3 300 V. Н/Н 230 V. | 25,5 | 51 000 | 7 680 | 58 680 | 3 094,— | Станц. 1 760 | 432,30 | 551,20 | 305,90 | 239,30 | 275,60 | Станц. 92,60 П/ст. | 872,— | Станц. 334,— П/ст. | 945,— | 1 435,— | 1 650,— | 8 498,50 | 13 112,10 | 14,8 | 25,8 | |
| | | | 76 500 | 11 400 | 87 900 | 4 144,— | Сеть 880 | 432,30 | 551,20 | 305,90 | 239,30 | 275,60 | 21,20 | 872,— | 224,— | 945,— | 1 435,— | 1 650,— | 10 048,50 | 14 662,10 | 11,5 | 19,1 | |
| 5 | Дизель 3-х фазного тока В/Н 3 300 V. Н Н 230 V. | 47,4 | 94 800 | 14 200 | 109 000 | 3 075,— | 3 270 | 924,50 | 590,— | 465,35 | 465,35 | 385,83 | 106,— | 1 940,— | Станц. 470,— П/ст. | 1 330,— | 2 790,— | 2 310,— | 11 871,20 | 18 482,03 | 10,9 | 19,6 | |
| | | | 142 200 | 21 300 | 163 500 | 4 613,— | 3 270 | 924,50 | 590,— | 465,35 | 465,35 | 385,83 | 106,— | 1 940,— | 360,— | 1 330,— | 2 790,— | 2 310,— | 13 409,20 | 20 020,03 | 8,5 | 14,0 | |
| 6 | Дизель 3-х фазного тока В/Н 3 300 V. Н/Н 230 V. | 115 | 230 000 | 34 500 | 264 500 | 5 600,— | Станц. 5.090 | 1 668,— | 1 500,— | Станц. 940,— П/ст. | 940,— | 160,50 | Станц. 384,— П/ст. | 4 240,— | Станц. 875,— П/ст. | 2 690,— | 5 650,— | 965,— | 25 387,— | 34 722,— | 9,6 | 15,1 | |
| | | | 345 000 | 52 000 | 397 000 | 8 400,— | Сеть 3 250 | 1 668,— | 1 500,— | 160,50 | 940, | 160,50 | 33,— | 4 240,— | 576,— | 2 690,— | 5 650,— | 965,— | 28 187,— | 37 522,— | 7,1 | 10,85 | |
| 7 | Локомобиль 3-х фазного тока В/Н 6 600 V. Н/Н 230 V. | 300 | 600 000 | 90 000 | 690 000 | 25 000,— | Станц. 10 500 | 3 290,— | 4 746,— | Станц. 1 835,— П/ст. | 1 835,— | 637,— | Станц. 380,— П/ст. | 6% 5 750,— | Станц. 1 970,— П/ст. | 8 000,— | 11 000,— | 3 820,— | 61 560,— | 85 510,— | 8,95 | 14,2 | |
| | | | 900 000 | 135 000 | 1 035 000 | 37 500,— | Сеть 3 800 | 3 290,— | 4 746,— | 637,— | 1 835,— | 637,— | 80,— | 5 750,— | 223,— | 8 000,— | 11 000,— | 3 820,— | 74 060,— | 98 010,— | 7,15 | 9,5 | |

12. Исходя из предположительного роста бюджета СССР, ассигнований на электростроительство вообще и на индустриализацию сельского хозяйства, в частности—предполагается в ближайшее пятилетие ассигнований на сельскую электрификацию: по варианту максимум 100 милл. рубл. и по варианту минимум—70 милл. руб. объем работ предположен в указанное пятилетие: по варианту максимум 155 милл. рубл. и по варианту минимум 100 милл. руб

13. Характер сельского электростроительства, типы электрических станций и районы развития электростроительства в плане конкретно не намечаются, но зависят от наличия следующих условий:

а) первоисточников энергии,

б) дешевого электростроительства,

в) невысокой стоимости 1 kWh у потребителя и

г) относительно большой рентабельности электрификации.

14. На основании осторожных вычислений о величине прироста доходности сельского хозяйства при электрификации его и при условии, что электрическая энергия продается в среднем не ниже 20 коп. за 1 kWh для электродвигателей, а труд сельского населения оценивается в 50 коп. на 1 kWh прирост доходности от сельского хозяйства в отношении к затраченному капиталу составляет 11,3% в год, к заемным средствам—банковским и бюджетным 7,9% в год в отношении ко всем средствам, как заемным, так и вложенным самим с.-х. населением,—в виде труда, местных строительных материалов, транспортных средств и проч.

| Годы экспл. | Число час. раб. в год. Станция Постоянного тока 230 V средн. мощн. 10,5 kW с нефтяным двигателем, мощностью 16 лош. сил | | | | | | Станция постоянного тока 2×230 V сред. мощн. 23,4 kW с нефтяным двигателем мощностью 40 лош. сил | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5-ти летний кредит | | 10-ти летний кредит | | 15-ти летний кредит | | 5-ти летний кредит | | 10-ти летний кредит | | 15-ти летний кредит | |
| №№ по порядку. | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 |
| 1 | 21,8 | 16,5 | 21,8 | 16,5 | 21,8 | 16,5 | 18,1 | 14,1 | 18,1 | 14,1 | 18,1 | 14,1 |
| 2 | 21,8 | 16,5 | 21,8 | 16,5 | 21,8 | 16,5 | 18,1 | 14,1 | 18,1 | 14,1 | 18,1 | 14,1 |
| 3 | **41,0** | **29,3** | 29,0 | 21,4 | 26,9 | 20,0 | 34,0 | 24,8 | 24,0 | 18,0 | 22,4 | 17,0 |
| 4 | **39,8** | **28,6** | 28,5 | 21,1 | 26,6 | 19,8 | 33,0 | 24,1 | 23,6 | 17,7 | 22,1 | 16,8 |
| 5 | **38,6** | **27,8** | 28,25 | 20,8 | 26,3 | 19,6 | 32,1 | 23,4 | 23,2 | 17,4 | 21,8 | 16,6 |
| 6 | 19,9 | 15,3 | 28,0 | 20,5 | 26,0 | 19,4 | 16,6 | 13,1 | 22,8 | 17,1 | 21,5 | 16,4 |
| 7 | 19,8 | 15,25 | 27,5 | 20,2 | 25,7 | 19,2 | 16,5 | 13,05 | 22,4 | 16,8 | 21,2 | 16,2 |
| 8 | 19,7 | 15,2 | 27,0 | 19,8 | 25,4 | 19,0 | 16,4 | 13,0 | 22,0 | 16,7 | 20,9 | 16,0 |
| 9 | 19,6 | 15,15 | 26,5 | 19,5 | 25,1 | 18,8 | 16,3 | 12,95 | 21,6 | 16,5 | 20,6 | 15,8 |
| 10 | 19,5 | 15,1 | 26,0 | 19,3 | 24,8 | 18,6 | 16,2 | 12,9 | 21,4 | 16,4 | 20,3 | 15,6 |
| 11 | 19,4 | 15,0 | 20,8 | 15,9 | 24,5 | 18,4 | 16,1 | 12,85 | 17,2 | 13,6 | 20,0 | 15,4 |
| 12 | 19,3 | 14,9 | 20,6 | 15,8 | 24,2 | 18,2 | 16,0 | 12,8 | 17,1 | 13,5 | 19,7 | 15,2 |
| 13 | 19,2 | 14,8 | 20,4 | 15,7 | 23,9 | 18,0 | 15,9 | 12,75 | 17,0 | 13,4 | 19,5 | 15,0 |
| 14 | 19,1 | 14,75 | 20,2 | 15,6 | 23,6 | 17,7 | 15,8 | 12,7 | 16,9 | 13,3 | 19,3 | 14,9 |
| 15 | 19,0 | 14,7 | 20,0 | 15,5 | 23,4 | 17,6 | 15,7 | 12,65 | 16,8 | 13,2 | 19,4 | 14,9 |
| 16 | 18,9 | 14,65 | 19,9 | 15,4 | 18,6 | 14,5 | 15,65 | 12,6 | 16,7 | 13,1 | 15,5 | 12,4 |
| 17 | 18,8 | 14,6 | 19,8 | 15,3 | 18,5 | 14,4 | 15,6 | 12,55 | 16,5 | 13,0 | 15,4 | 12,35 |
| 18 | 18,75 | 14,55 | 19,6 | 15,2 | 18,4 | 14,3 | 15,55 | 12,5 | 16,4 | 12,9 | 15,3 | 12,3 |
| 19 | 18,7 | 14,5 | 19,5 | 15,1 | 18,3 | 14,2 | 15,5 | 12,45 | 16,3 | 12,85 | 15,2 | 12,2 |
| 20 | 18,6 | 14,4 | 19,4 | 15,0 | 18,3 | 14,2 | 15,4 | 12,4 | 16,1 | 12,8 | 15,2 | 12,2 |

| Станция 3-х фазного тока 230 V, средн. мощностью 26,5 kW с нефтяным двигателем, мощностью 40 лош. сил | | | | | | Станция 3-х фазного тока 230/3 300 V, средн. мощн. 25,5 kW нефтяной двигатель мощностью 40 л. с. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5-ти летний кредит | | 10-ти летний кредит | | 15-ти летний кредит | | 5-ти летний кредит | | 10-ти летний кредит | | 15-ти летний кредит | |
| 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 |
| 16,6 | 12,9 | 16,6 | 12,9 | 16,6 | 12,9 | 21,0 | 16,0 | 21,0 | 16,0 | 21,0 | 16,0 |
| 16,6 | 12,9 | 16,6 | 12,9 | 16,6 | 12,9 | 21,0 | 16,0 | 21,0 | 16,0 | 21,0 | 16,0 |
| 30,9 | 22,4 | 22,0 | 16,5 | 20,6 | 15,7 | 44,6 | 31,9 | 29,8 | 21,9 | 28,0 | 20,8 |
| 30,0 | 21,8 | 21,6 | 16,2 | 20,3 | 15,4 | 43,2 | 30,9 | 29,3 | 21,5 | 27,5 | 20,5 |
| 29,2 | 21,2 | 21,4 | 16,05 | 20,0 | 15,2 | 41,7 | 29,8 | 28,8 | 21,1 | 27,0 | 20,0 |
| 15,2 | 12,0 | 20,8 | 15,8 | 19,7 | 15,0 | 19,0 | 14,6 | 28,3 | 20,7 | 26,5 | 19,5 |
| 15,15 | 11,95 | 20,2 | 15,5 | 19,5 | 14,8 | 18,8 | 14,5 | 27,8 | 20,2 | 26,0 | 19,3 |
| 15,1 | 11,9 | 19,5 | 15,1 | 19,2 | 14,6 | 18,6 | 14,4 | 27,1 | 19,7 | 25,5 | 19,0 |
| 15,05 | 11,85 | 19,0 | 14,7 | 19,0 | 14,4 | 18,4 | 14,3 | 26,6 | 19,4 | 25,0 | 18,7 |
| 15,0 | 11,8 | 18,6 | 14,3 | 18,7 | 14,2 | 18,2 | 14,1 | 26,15 | 18,95 | 24,6 | 18,5 |
| 14,9 | 11,75 | 15,9 | 12,45 | 18,5 | 14,1 | 18,1 | 14,0 | 19,85 | 15,25 | 24,2 | 18,2 |
| 14,8 | 11,7 | 15,8 | 12,4 | 18,2 | 14,0 | 18,0 | 13,9 | 19,6 | 15,1 | 23,8 | 18,0 |
| 14,7 | 11,65 | 15,7 | 12,4 | 18,0 | 13,8 | 17,9 | 13,8 | 19,4 | 15,0 | 23,4 | 17,7 |
| 14,6 | 11,6 | 15,6 | 12,35 | 17,8 | 13,7 | 17,8 | 13,7 | 19,2 | 14,9 | 23,1 | 17,5 |
| 14,55 | 11,6 | 15,5 | 12,3 | 17,5 | 13,6 | 17,7 | 13,6 | 19,0 | 14,8 | 22,8 | 17,6 |
| 14,5 | 11,55 | 15,4 | 12,2 | 14,3 | 11,4 | 17,6 | 13,5 | 18,8 | 14,7 | 17,0 | 13,4 |
| 14,4 | 11,5 | 15,3 | 12,1 | 14,2 | 11,3 | 17,5 | 13,45 | 18,6 | 14,5 | 16,9 | 13,3 |
| 14,35 | 11,5 | 15,2 | 12,0 | 14,15 | 11,25 | 17,3 | 13,4 | 18,4 | 14,4 | 16,8 | 13,25 |
| 14,3 | 11,4 | 15,0 | 11,9 | 14,1 | 11,2 | 17,1 | 13,35 | 18,2 | 14,2 | 16,7 | 13,2 |
| 14,2 | 11,4 | 14,9 | 11,8 | 14,0 | 11,2 | 17,0 | 13,3 | 18,05 | 14,05 | 16,6 | 13,2 |

| Число час. раб. в год. Станция 3-х фазного тока 230/3 300 V, средн. мощностью 47,4 kW. Двигатель Дизель мощностью 75 л. с. | | | | | | Станция 3-х фазного тока 230/3 300 V средней мощностью 115 kW.—Двигатель Дизель мощностью 150 лош. сил | | | | | | Станция 3-х фазного тока, 230/3 300 V, мощностью 300 kW, локомобиль 2×200 лошад. сил | | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Годы экспл. | 5-ти летний кредит | | 10-ти летний кредит | | 15-ти летний кредит | | 5-ти летний кредит | | 10-ти летний кредит | | 15-ти летний кредит | | 5-ти летний кредит | | 10-ти летний кредит | | 15-ти летний кредит | |
| №№ по порядку | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 | |
| 1 | 15,0 | 11,1 | 15,0 | 11,1 | 15,0 | 11,1 | 12,8 | 9,4 | 12,8 | 9,4 | 12,8 | 9,4 | 11,3 | 8,72 | 11,3 | 8,72 | 11,3 | 8,72 | |
| 2 | 15,0 | 11,1 | 15,0 | 11,1 | 15,0 | 11,1 | 12,8 | 9,4 | 12,8 | 9,4 | 12,8 | 9,4 | 11,3 | 8,72 | 11,3 | 8,72 | 11,3 | 8,72 | |
| 3 | 36,0 | 25,0 | 23,0 | 16,4 | 21,4 | 15,3 | 30,0 | 20,8 | 19,4 | 13,6 | 17,6 | 12,55 | 25,6 | 18,3 | 16,7 | 12,3 | 15,2 | 11,4 | |
| 4 | 33,8 | 24,2 | 22,5 | 16,0 | 21,0 | 15,1 | 28,6 | 20,0 | 19,0 | 13,3 | 17,3 | 12,3 | 24,8 | 17,7 | 16,4 | 12,1 | 15,0 | 11,2 | |
| 5 | 33,4 | 23,3 | 22,0 | 15,6 | 20,6 | 14,8 | 27,9 | 19,4 | 18,6 | 13,1 | 17,0 | 12,1 | 23,8 | 17,1 | 16,1 | 11,9 | 14,7 | 11,0 | |
| 6 | 12,9 | 9,75 | 21,4 | 15,3 | 20,2 | 14,6 | 11,3 | 8,26 | 18,2 | 12,9 | 16,7 | 11,9 | 9,9 | 7,8 | 15,8 | 11,7 | 14,5 | 10,9 | |
| 7 | 12,8 | 9,65 | 20,9 | 15,0 | 19,8 | 14,3 | 11,1 | 8,2 | 17,8 | 12,6 | 16,4 | 11,7 | 9,8 | 7,8 | 15,5 | 11,5 | 14,2 | 10,8 | |
| 8 | 12,7 | 9,6 | 20,3 | 14,7 | 19,4 | 14,1 | 10,9 | 8,1 | 17,4 | 12,3 | 16,1 | 11,5 | 9,7 | 7,7 | 15,1 | 11,3 | 14,0 | 10,7 | |
| 9 | 12,65 | 9,55 | 19,6 | 14,4 | 19,1 | 13,8 | 10,6 | 8,05 | 17,0 | 12,0 | 15,8 | 11,3 | 9,6 | 7,6 | 14,7 | 11,0 | 13,7 | 10,6 | |
| 10 | 12,6 | 9,5 | 19,2 | 14,2 | 18,7 | 13,6 | 10,4 | 8,03 | 16,6 | 11,8 | 15,5 | 11,1 | 9,6 | 7,6 | 14,4 | 10,8 | 13,5 | 10,5 | |
| 11 | 12,6 | 9,4 | 14,1 | 10,1 | 18,3 | 13,3 | 10,35 | 8,0 | 11,8 | 8,8 | 15,2 | 10,9 | 9,6 | 7,6 | 10,5 | 8,2 | 13,2 | 10,3 | |
| 12 | 12,4 | 9,3 | 14,0 | 10,05 | 17,9 | 13,1 | 10,35 | 7,9 | 11,7 | 8,7 | 14,9 | 10,7 | 9,5 | 7,5 | 10,4 | 8,2 | 13,0 | 10,1 | |
| 13 | 12,3 | 9,2 | 13,9 | 10,0 | 17,5 | 12,8 | 10,3 | 7,85 | 11,6 | 8,6 | 14,6 | 10,5 | 9,5 | 7,5 | 10,3 | 8,1 | 12,7 | 9,9 | |
| 14 | 12,2 | 9,15 | 13,8 | 9,95 | 17,1 | 12,6 | 10,25 | 7,8 | 11,5 | 8,5 | 14,3 | 10,3 | 9,4 | 7,4 | 10,2 | 8,0 | 12,5 | 9,7 | |
| 15 | 12,1 | 9,1 | 13,6 | 9,9 | 16,8 | 12,3 | 10,2 | 7,75 | 11,4 | 8,4 | 14,2 | 10,3 | 9,3 | 7,4 | 10,1 | 7,9 | 12,5 | 9,6 | |
| 16 | 12,0 | 9,0 | 13,5 | 9,85 | 11,6 | 8,80 | 10,15 | 7,7 | 11,3 | 8,3 | 10,0 | 7,5 | 9,2 | 7,3 | 10,0 | 7,8 | 8,95 | 7,15 | |
| 17 | 11,9 | 8,95 | 13,3 | 9,8 | 11,5 | 8,70 | 10,1 | 7,65 | 11,1 | 8,2 | 9,9 | 7,4 | 9,1 | 7,3 | 9,9 | 7,7 | 8,85 | 7,1 | |
| 18 | 11,7 | 8,9 | 13,0 | 9,7 | 11,4 | 8,65 | 10,05 | 7,6 | 11,0 | 8,1 | 9,8 | 7,35 | 9,0 | 7,2 | 9,7 | 7,65 | 8,75 | 7,05 | |
| 19 | 11,6 | 8,85 | 12,8 | 9,6 | 11,3 | 8,60 | 10,0 | 7,5 | 10,9 | 8,0 | 9,7 | 7,3 | 8,9 | 7,1 | 9,6 | 7,6 | 8,70 | 7,0 | |
| 20 | 11,5 | 8,8 | 12,5 | 9,5 | 11,25 | 8,55 | 9,95 | 7,45 | 10,7 | 7,9 | 9,7 | 7,3 | 8,8 | 7,1 | 9,5 | 7,55 | 8,65 | 6,95 | |

*Приложение III.*

**Примерная стоимость 1 kWh у сельско-хозяйственного потребителя от сетей Государственных районных станций.**

| Наименование станций. | Р а й о н. | ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА. Плотность сельского населения на 1 km². | Число дворов на 1 km². | Число селений на 1 km². | Среднее число дворов в 1 селении. | Потребная мощность на 1 селение в киловаттах без электр. кустар. | Протяжен. сети выс. напр. на 1 селен. в километрах. | Радиус обслуживания в километрах при 6 600 v и сеч. пров. 3 x 10 mm². | ЭКСПЛОАТАЦИОННЫЕ Потеря. Число часов использования установленной мощности. | Полезное потребление энергии kWh. | Сеть низк. напр. 2½%. Сеть выс. напр. 5%. Трансф. 3,5%. Потеря холостого хода соответств. мощн. трансф. | Отпуск со станц. или подстанции в kWh. | Общая стоимость сооружений. Рубли. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| НИЖЕГОРОДСК. РАЙОННЫЕ СТАНЦИИ, М. О. Г. Э. С. | Районн. станции. | 19,2 | 4 | 0,07 | 54 | 4,05 | 2,81 | 20 | 1 000 | 4 050 | 970 | 5 020 | |
| | | | | | | | | | 2 000 | 8 100 | 1 415 | 9 515 | |
| | | | | | | | | | 3 000 | 12 150 | 1 870 | 14 020 | 7 331,— |
| | | | | | | | | | 4 000 | 16 200 | 2 300 | 18 500 | |
| | | | | | | | | | 5 000 | 20 250 | 2 750 | 23 000 | |
| | Район г. Вачи. | 64,8 | 12 | 0,13 | 95 | 7,6 | 2,09 | 15 | 1 000 | 7 600 | 1 610 | 9 210 | |
| | | | | | | | | | 2 000 | 15 200 | 2 450 | 17 650 | |
| | | | | | | | | | 3 000 | 22 800 | 3 280 | 26 080 | 7 458,— |
| | | | | | | | | | 4 000 | 30 400 | 4 120 | 34 520 | |
| | | | | | | | | | 5 000 | 38 000 | 4 960 | 42 960 | |
| | Район Каширской станции. | 45,7 | 9 | 0,19 | 47 | 2,82 | 1,88 | 20 | 1 000 | 2 820 | 650 | 3 470 | |
| | | | | | | | | | 2 000 | 5 640 | 970 | 6 610 | |
| | | | | | | | | | 3 000 | 8 460 | 1 280 | 9 740 | 5 804,— |
| | | | | | | | | | 4 000 | 11 280 | 1 580 | 12 860 | |
| | | | | | | | | | 5 000 | 14 100 | 1 900 | 16 000 | |
| | Орехово-Зуевский уезд. | 41,1 | 8 | 0,08 | 100 | 6,0 | 2,6 | 20 | 1 000 | 6 000 | 1 365 | 7 365 | |
| | | | | | | | | | 2 000 | 12 000 | 2 015 | 14 015 | |
| | | | | | | | | | 3 000 | 18 000 | 2 675 | 20 675 | 8 199,— |
| | | | | | | | | | 4 000 | 24 000 | 3 340 | 27 340 | |
| | | | | | | | | | 5 000 | 30 000 | 4 000 | 34 000 | |

| РАСХОДЫ, ОТНЕСЕННЫЕ к 1 СЕЛЕНИЮ. в kWh. Прямые расходы. Персонал. | Текущий ремонт 2%. | Страхование 1% стоим. подстанций. | Налоги 1%. | Косвенные расходы. Амортизация. Лин. высок. напряжения 4%. | Лин. низк. напряжения 8%. | Подстанция 6 600 220 V 4%. | Ввод. 4%. | %% на капитал 6%. | Годовые расходы. Рубли. | СТОИМОСТЬ ЭНЕРГИИ. Стоимость передачи энергии от станции до потребителя на полезн. 1 kWh. | Отпускная стоимость энергии с шин станц. или подстанции за 1 kWh. | Суммарная стоимость энергии и потери всети и предпринимательские расходы 25%. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| | | | | | | | | | | 28,3 | | 36,1 |
| | | | | | | | | | | 14,15 | | 21,5 |
| 141,— | 146,60 | 22,25 | 73,30 | 156,80 | 61,17 | 89,— | 16,84 | 439,85 | 1 146,81 | 9,45 | 5,0 | 16,7 |
| | | | | | | | | | | 7,1 | | 14,2 |
| | | | | | | | | | | 5,65 | | 12,8 |
| | | | | | | | | | | 15,1 | | 31,8 |
| | | | | | | | | | | 7,65 | | 23,6 |
| 104,— | 149,16 | 24,32 | 74,58 | 711,60 | 107,62 | 97,28 | 29,64 | 447,49 | 1 151,19 | 5,06 | 11,0 | 20,8 |
| | | | | | | | | | | 3,8 | | 19,4 |
| | | | | | | | | | | 3,04 | | 18,5 |
| | | | | | | | | | | 31,7 | | 39,4 |
| | | | | | | | | | | 15,8 | | 23,1 |
| 94,50 | 116,08 | 21,40 | 58,04 | 105,28 | 52,24 | 85,60 | 14,66 | 348,25 | 896,05 | 10,6 | 5,0 | 17,8 |
| | | | | | | | | | | 7,96 | | 15,1 |
| | | | | | | | | | | 6,35 | | 13,4 |
| | | | | | | | | | | 21,3 | | 39,7 |
| | | | | | | | | | | 10,7 | | 28,2 |
| 132,— | 163,98 | 23,63 | 81,99 | 145,60 | 113,28 | 94,52 | 31,20 | 491,94 | 1 278,14 | 7,1 | 12,0 | 24,3 |
| | | | | | | | | | | 5,23 | | 22,3 |
| | | | | | | | | | | 4,25 | | 21,2 |

| Наименование станций. | Р а й о н. | ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА. Плотность сельского населения на 1 km². | Число дворов на 1 km². | Число селений на 1 km². | Среднее число дворов в 1 селении. | Потребная мощность на 1 селение в киловаттах без электр. кустар. | Протяжен. сети выс. напр. на 1 селен. в километрах. | Радиус обслуживания в километрах при 6 600 V и сечениях при 3 х 10 mm². | ЭКСПЛОАТАЦИОННЫЕ Потеря. Число часов использования установленной мощности | Полезное потребление энергии kwh. | Сеть низк. нап. 2½ %. Сеть выс. напр. 5 %. Трансф. 3,5 %. Потеря холостого хода соответств. мощн. трансф. | Отпуск со станц. или подстанции в kwh. | Общая стоимость сооружений. Рубли. | РАСХОДЫ, ОТНЕСЕННЫЕ к 1 СЕЛЕНИЮ. в kwh. Прямые расходы. Персонал. | Текущий ремонт 2 %. | Страхование 1 % стоим. подстанций. | Налоги 1 %. | Косвенные расходы. Амортизация. Лин. высок. напряжения 4 %. | Лин. низк. напряжения 8 %. | Подстанция 6 600/220 v 4 %. | Ввод 4 %. | 6 % на капитал 6 %. | Годовые расходы. Рубли. | СТОИМОСТЬ ЭНЕРГИИ. Стоимость передачи энергии от станции до потребителя на полезн. 1 kWh. | Отпускная стоимость энергии с шин станц. или подстанции за 1 kWh. | Суммарная стоимость энергии и потери в сети и предпринимательские расходы 25 %. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| ОВСКАЯ РАЙОННАЯ СТАНЦИЯ. | Район станции. | | | | | | | | 1 000 | 1 380 | 500 | 1 880 | | | | | | | | | | | | 104,0 | | 112,5 |
| | | | | | | | | | 2 000 | 2 760 | 654 | 3 414 | | | | | | | | | | | | 52,0 | | 59,7 |
| | | 3,5 | 0,7 | 0,03 | 23 | 1,38 | 4,6 | 40 | 3 000 | 4 140 | 805 | 4 945 | 9 005,— | 231,— | 180,10 | 20,60 | 90,05 | 257,60 | 26,05 | 82,40 | 7,18 | 540,30 | 1 435,28 | 34,7 | 5,0 | 42,2 |
| | | | | | | | | | 4 000 | 5 520 | 955 | 6 475 | | | | | | | | | | | | 26,0 | | 33,3 |
| | | | | | | | | | 5 000 | 6 900 | 1 100 | 8 000 | | | | | | | | | | | | 20,8 | | 28,1 |
| | Район Лупьевки. | | | | | | | | 1 000 | 1 380 | 500 | 1 880 | | | | | | | | | | | | 104,0 | | 122,7 |
| | | | | | | | | | 2 000 | 2 760 | 654 | 3 414 | | | | | | | | | | | | 52,0 | | 69,0 |
| | | 3,5 | 0,7 | 0,03 | 23 | 1,38 | 4,6 | 40 | 3 000 | 4 140 | 805 | 4 945 | 9 005,— | 231,— | 180,10 | 20,60 | 90,05 | 257,60 | 26,05 | 82,40 | 7,18 | 540,30 | 1 435,28 | 34,7 | 11,0 | 51,2 |
| | | | | | | | | | 4 000 | 5 520 | 955 | 6 475 | | | | | | | | | | | | 26,0 | | 42,1 |
| | | | | | | | | | 5 000 | 6 900 | 1 100 | 8 000 | | | | | | | | | | | | 20,8 | | 36,7 |
| ПЕТРОВСКАЯ РАЙОННАЯ СТАНЦИЯ. | Район станции. | | | | | | | | 1 000 | 6 720 | 1 440 | 8 160 | | | | | | | | | | | | 19,6 | | 27,2 |
| | | | | | | | | | 2 000 | 13 440 | 2 170 | 15 610 | | | | | | | | | | | | 9,8 | | 17,0 |
| | | 65,0 | 13 | 0,11 | 112 | 6,72 | 2,46 | 15 | 3 000 | 20 160 | 2 913 | 23 073 | 8 468,— | 124,— | 169,36 | 23,63 | 84,68 | 137,76 | 143,— | 94,52 | 34,94 | 508,09 | 1 319,98 | 6,55 | 5,0 | 13,7 |
| | | | | | | | | | 4 000 | 26 880 | 3 656 | 30 536 | | | | | | | | | | | | 4,9 | | 12,0 |
| | | | | | | | | | 5 000 | 33 600 | 4 400 | 38 000 | | | | | | | | | | | | 3,92 | | 11,0 |
| | Лутанский уезд. | | | | | | | | 1 000 | 6 720 | 1 440 | 8 160 | | | | | | | | | | | | 19,6 | | 36,3 |
| | | | | | | | | | 2 000 | 13 440 | 2 170 | 15 610 | | | | | | | | | | | | 9,8 | | 25,7 |
| | | 65,0 | 13 | 0,11 | 112 | 6,72 | 2,46 | 15 | 3 005 | 20 160 | 2 913 | 23 073 | 8 468,— | 124,— | 169,36 | 23,63 | 84,68 | 137,76 | 143,— | 94,52 | 34,94 | 508,09 | 1,319,98 | 6,55 | 11,0 | 22,3 |
| | | | | | | | | | 4 000 | 26 880 | 3 656 | 30 536 | | | | | | | | | | | | 4,9 | | 20,5 |
| | | | | | | | | | 5 000 | 33 600 | 4 400 | 38 000 | | | | | | | | | | | | 3,92 | | 19,5 |

**Цена—1 руб. 25 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР. Красная, 1.
Ленинградский Гублит № 38.608. Тираж 1.700. экз. 6½ л.

# IX. ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклады инженера*
*Ю. В. Скобельцына.*

## I

## ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СНАБЖЕНИЯ ЭЖЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ СЕЛЬСКИХ МЕСТНОСТЕИ.

### А.—Свойства сельских потребителей энергии.

Как известно снабжение электрической энергией сельских местностей обладает целым рядом особенностей по сравнению со снабжением городских и промышленных районов. Особенности эти связаны, главным образом, с характером сельских потребителей. Вообще говоря, сельский потребитель признается потребителем не выгодным для станций, вследствие малого использования им присоединенной мощности и сезонности нагрузки. Кроме того, плотность сельской нагрузки мала, что связано с необходимостью сооружения длинных и потому относительно дорогих распределительных сетей.

Такая, очевидно отрицательная, характеристика сельских потребителей может быть приведена почти безотносительно к условиям той или иной страны. В зависимости от форм ведения сельского хозяйства, степени его интенсивности и, наконец, в зависимости от разнообразия применения и полноты использования электрической энергии в хозяйстве, удельные цифры присоединенной мощности и потребления энергии варируются по отдельным странам, однако, все же их значения не выходят из пределов, проводящих резкую грань между условиями сельской и другой (даже мелкой городской) электрификацией.

### Характеристика сельских потребителей за-границей.

Ниже приводятся цифры характеризующие сельского потребителя в некоторых странах за границей.

Статистика 34-х электрических станций в Германии, снабжающих сельские местности, дает следующие средние цифры за 1920/21 г.

Т а б л. 1.

**Присоединенная мощность и потребление энергии в местностях с исключительно сельско-хозяйственной нагрузкой (включая мелко-промышленные предприятия: столярные, кузницы, слесарные и т. п.).**

| | Присоедин. мощность. W | | Полезно-отпущенные киловатт-часы. | | Число часов использован. в году. |
|---|---|---|---|---|---|
| | на 1-го жителя. | На 1 ha | на 1-го жителя | На 1 ha | |
| Освещение . . . . . | 27 | 25 | 7,5 | 7 | 280 |
| Электродвигатели . . | 89 | 85 | 14,5 | 14 | 165 |
| Всего . . | 116 | 110 | 22 | 21 | 190 |

Указанные цифры не включают применений энергии для электропахоты, консервирования кормов, электрических жел. дор., орошения и других применений, не являющихся характерными и могущих исказить средние данные.

Сопоставление таблицы 1-ой и 2-ой, из которых последняя относится к районам с нагрузкой, помимо чисто сельско-хозяйственной, также, с мелко-городской и мелко-промышленной, показывает насколько увеличивается потребление энергии и число часов использования во втором случае по сравнению с первым.

Т а б л и ц а 2.

**Присоединенная мощность и потребление энергии в районах с нагрузкой помимо чисто сельско-хозяйственной также мелко-городской и мелко-промышленной:**

| | Присоединеиная мощность W | | Полезно-отпущенные киловатт-часы | | Число часов использов. в году. |
|---|---|---|---|---|---|
| | На 1-го жителя | На 1 ha | На 1-го жителя | На 1 ha | |
| Освещение . . . . . | 32 | 52 | 12,5 | 20,5 | 393 |
| Электродвигатели . . | 96 | 156 | 32,5 | 52,5 | 337 |
| Всего . . | 128 | 208 | 45 | 73 | 350 |

Насколько незначительно потребление энергии на 1-го жителя в сельских местностях Германии по сравнению с потреблением (в 1920 г.) в крупных городах и в среднем по всей стране видно из следующего:

В сельских местностях (см. табл. 1), — 22 kWh на 1 жителя.
В крупных городах [1]) — 99 » » » »
По всей стране [2]) —141 » » » »

По данным первого национального конгресса по сельско-хозяйственой электрификации во Франции, можно установить следующие цифры, характеризующие с.-х. потребителя в этой стране (см. табл. 3 и 4): (См. табл. 4 стр. 4).

Таблица 3.

| Характеристика района. | | Присоединенная мощность W | |
|---|---|---|---|
| | | на 1 жит. | на 1 абон. |
| Сельско-хозяйственный район включ. мелко-промышлен. предприятия: столярные, каретные, механ. мастерские, малые лесопильные заводы. | Освещ. . . . . | 34 | 180 |
| | Эл. двиг. . . . | 31 | 167 |
| Всего . . . . . | | 65 | 347 |
| Район с чисто сельско-хозяйств. потреблением | Освещ. . . . . | 32 | 187 |
| | Эл. двигат. . . | 10 | 61 |
| Всего . . . . . | | 42 | 248 |

Для сопоставления приводим цифру среднего по всей стране душевого потребления энергии во Франции. Она составляла за 1923 г.—147 kWh.

[1]) E. T. Z. 1926 г. № 42 стр. 1229.
[2]) «Электричество» 1923 г. № 5-6 стр. 301.

Таблица 4.

| Характеристика района. | Число жителей. | За период. | Потребление энергии на 1 жит. kWh | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Освещ. | Силов. | Всего |
| 4 общины в сельск. хоз. | 1 478 | с I/IV-20 по I/IV-21. | 8,2 | 5,6 | 13,8 |
| районе преимуществ. зер- | 1 478 | с I/IV-21 по I/IV-22. | 11,1 | 6,3 | 17,4 |
| новых культур. . . . . | 1 428 | с I/X-22 по I/I-23. | 12,25 | 6,8 | 19,05 |
| 3 общины в винодель- | 3 156 | с I/IV-20 по I/IV-21. | 7,56 | 2,4 | 9,96 |
| ческом районе. . . . . | 3 136 | с I/IV-21 по I/IV-22. | 8,75 | 2,25 | 11,0 |
| 6 общин сельск. хоз. рай- | 3 093 | с I/I-22 по I/I-1923. | 10,2 | 2,23 | 12,46 |
| она преимуществен. зер- | 1 598 | с I/IV-21 по I/IV-22. | 9,0 | 2,9 | 11,9 |
| новых культур. . . . . | 1 641 | с I/I-22 по I/I-1923. | 10,3 | 3,5 | 13,8 |
| 6 общин в винодельче- | 14 735 | с I/IV-21 по I/IV-22. | 6,64 | 9,9 | 16,54 |
| ском районе. . . . . | 15 780 | с I/I-22 по I/I-1923. | 7,38 | 6,5 | 13,88 |

В Швеции годовое потребление энергии на 1 ha в 1923 году составляло: для освещения—24 kWh, для сельско-хоз. электродвигателей—18 kWh, всего 43 kWh. Потребление энергии на один гектар в районах с мелко-промышленными предприятиями достигало—58 kWh.

## Сельские потребители в С. С. С. Р.

Статистика сельского электроснабжения в СССР находится в далеко неудовлетворительном состоянии, благодаря чему цифры, характеризующие его, могут страдать неточностью и неполнотой.

Причины отсутствия удовлетворительной статистики сельских установок, главным образом, следующие: 1) большая часть установок осуществлена лишь в течение последних нескольких лет и 2) установки не подвергнуты постоянному надзору и достаточному эксплоатационному учету.

Первая из только что указанных причин весьма наглядно иллюстрируется следующими данными о времени возникновения

существующих в настоящее время в Союзе, зарегистрированных на 1925 г. 465-ти сельских установок [1]):

до 1917 г. — 17%
1917—19 г. г. — 10,7%
1920—22 г. г. — 29,6%
1923—25 г. г. — 42,7%.

Попытка собрать статистические данные о сельских установках в Союзе была предпринята в 1926 г. Центральным Статистическим Управлением путем рассылки по губерниям анкетных бланков. Перепись эта не разрешила задачи с должной полнотой, однако дала некоторые, заслуживающие интереса, цифры ниже приводимые.

Анкетное обследование сельских установок в Сев.-Зап. Области, проведенное областным Электропланом в 1926 г., также не дало исчерпывающих материалов и подтвердило непригодность анкетного метода обследования в отношении сельских установок.

В период подготовки к IX Электротехническому съезду, Организационным Комитетом съезда были предприняты меры к получению данных по сельско-хозяйственной электрификации от работающих в этой области электростроительных и других организаций [2]). Эти данные не могут претендовать на исчерпывающую характеристику современного состояния сельской электрификации в СССР, но все же позволяют ориентироваться в цифрах, иллюстрирующих электроснабжение нескольких сельских и полусельских районов.

Упомянутое выше анкетное обследование Ц. С. У. показало, что в среднем по 542 сельским установкам на один двор установлено—2,05 ламп, т.-е. присоединенная мощность для освещения на один двор достигает цифры порядка—50 W.

По данным обследования [3]) установок в Новгородской и Ленинградской губерниях, на двор приходится 1,96 ламп, т.-е. тоже ок. 50 W.

---

[1]) Из доклада Сельскосоюза съезду электростроительных организаций в Москве в феврале 1927 года.

[2]) Акц. О-во «Электроэксплоатация»; Акц. О-во «Электросельстрой»; Акц. О-во «Электропомощь»; Акц. О-во «Элэктрик»; Московский губэлектротехник, Сельскосоюз, «Электробанк» и друг.

[3]) Акц. О-вом «Электропомощь».

Незначительность в настоящее врема применения электродвигателей в сельских установках характеризуется числом электродвигателей, приходящихся на одно электрифицированное селение и числом дворов на один электродвигатель. Эти цифры приведены в таблице 5:

ТАБЛИЦА 5.

| №№ по порядку. | | По данным обследов. ЦСУ в районах снабжаем. сетями МОГЭС'а. |
|---|---|---|
| 1 | Число электродвигат. на одно электрофицированное селение . . . . . | 0,44 |
| 2 | Число дворов на один электродвигатель . . . . . | 286 |
| 3 | Мощность на один эл.-двиг. . . . . | 5,64 л. с. |
| 4 | Мощность эл. двигателя на одно электрифицир. селение . . . . . | 2,48 л. с. |
| 5 | Мощность эл. двигат. на 1 электрифицированный двор. | 0,02 л. с. |

Ниже в таблицах приводятся данные о присоединенной мощности, потребленной энергии на 1-го абонента и числе часов использования присоединений мощности. Цифры получены из упомянутого ранее материала, представленного Организационному Комитету съезда различными организациями. В сельских районах абонентом является крестьянский двор, поэтому цифры, отнесенные в таблицах к 1-му абоненту, должны быть понимаемы, в отношении сельских местностей, как отнесенные к 1-му двору.

Знаки вопроса в некоторых графах означают, что соответствующие цифры не могли быть получены из представленных материалов.

В большинстве случаев у абонентов счетчиков нет и учет ведется только отпускаемой с шин станции энергии; поэтому в графах «потребление энергии 1-го абонента» помещены две цифры, из коих верхняя дает количество энергии на 1-го абонента, отпущенной с шин станции, нижняя же—полезно отпущенной. В тех случаях, когда в представленных данных имелись сведения только о количестве отпущенной с шин станции энергии, количество полезно-отпущенной энергии (нижняя цифра) подсчитывалась исходя из расчета 20% потерь.

Приведенными таблицами исчерпываются имеющиеся в распоряжении данные, характеризующие сельского потребителя в СССР в установках, уже существующих. Выводы, вытекающие из них и сопоставление с цифрами, относящимися к сельским установкам за границей, будут сделаны ниже.

В дополнение к цифрам, почерпнутым из материалов о существующих установках, ниже приводятся аналогичные цифры, вытекающие из проектных материалов, намечаемых к сооружению установок. Эти данные, разумеется, уступают в смысле реальности данным, взятым из материалов по существующим установкам, но все же заслуживают интереса, поскольку проекты составлены на основании обследования намеченных к электрификации районов и учитывают местные условия, действительно существующие в этих районах. К сожалению имеющиеся в распоряжении материалы по проектам сельских установок также весьма ограничены. Лишь по установкам, запроектированным в Сев. - Зап. Области, можно вывести средние цифры на основании сравнительно большого числа проектов [1]), (см. табл. 9 и 10). По другим же районам Союза представляется возможным сослаться лишь на отдельные примеры, взятые из материалов, предоставленных организационному Комитету съезда [2]) (см. табл. 11).

В таблицах 9 и 10 приведены цифры, в пределах которых колеблется размер присоединенной мощности и потребление энергии на 1 двор и на 1 десятину обрабатываемой земли. Выведены также среднее их значения. Все запроектированные установки, общим числом 21, распределены на следующие 3 группы:

1-я группа 6 установок, предназначенных для электроснабжения в общей сложности 3 300 дворов. Районы с малыми возможностями в смысле развития моторной нагрузки. Потребление энергии для силовых целей предполагается в размере 30% и менее от общего потребления энергии.

2-я группа: 10 установок, охватывающих своими сетями в общей сложности 7 900 дворов. Применение электродвигателей ожидается в большем размере, чем в районах установок 1-ой группы. Потребление энергии для силовых целей в размере более 30% от общего потребления энергии.

[1]) Акц. О-во „Электропомощь“.

[2]) Акт. О-ва „Электрик“ и „Сельскосоюз“.

## Т А Б Л И Ц А 6.

Присоединенная мощность на 1-го абонента и потребление энергии с 1/X—25 г. по 1/X—26 г. в сельских, кустарных, поселковых и пригородно-сельских районах Московской губернии по материалам Московского Губернского Электротехника.

| №№ по порядку. | Наименование установки и краткая характеристика потребителей. | Характер района. | Присоединенн. мощность на 1-го абонента (на 1 двор) W. Электродвигатели. Мелк. с.-х. машины. | Промышл. предприят. | Кустарные. | Проч. (водоснаб. и др.) | Всего. | Освещение. | Всего. | В год на 1 абонента (1 двор) отпущ. с шин. станц. Полезно-отпущено kWh. Электр. двиг. | Освещение. | Всего. | Число часов использования. Электр. двиг. | Освещение. | Общее. | Учет энергии. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ивановская (Ив. Вознес. у.) снабжает 4 деревни, 320 дворов с 1925 г., чисто осветительн. . . . . | Сельск.-хоз. | — | — | — | — | — | 50 | 50 | — | 55<br>45 | 55<br>45 | — | 900 | 900 | Счетчик на станции. |
| 2 | Осташевская (Волокол. у.) снабж. 37 дер., 855 дворов с 24 г. 2 мельниц., 7 молот., клеверотер. водокач. . | Сельск.-хоз. | 30 | 45 | — | 2,6 | 77,6 | 21 | 98,6 | ? | ? | 132<br>105 | ? | ? | 1.065 | По вольтм. и амперм. на станции. |
| 3 | Чапчиковская (Моск. у.) снабжает с 23 г. 7 деревень, 198 двор. чисто осв. | Сельск.-хоз. | — | — | — | — | — | 50,5 | 50,5 | — | 99<br>79 | 99<br>79 | — | 1.570 | 1.570 | По вольтм. и амперм. на станции. |
| 4 | Ярополецкая (Волокол. у.) снабж. с 23 г. 16 дер., 1.127 двор. 2 мельницы, молотил., мастерская, водокачка . . . | Сельск.-хоз. | 3,26 | 26,1 | — | 5,2 | 34,56 | 35,5 | 70,06 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | Не учитывается. |
| 5 | Бабенская (Подольск. у.) снабж. с 25 г. 8 дерев. 258 двор. 31 эл. двиг. в токарн. мастерск. по дереву . . . . . | Сел.-кустар. | — | — | 44 | — | 44 | 66 | 110 | ? | ? | 21<br>17,3<br>(с 1/X—25 по 1/I—26) | ? | ? | 157 за 3 м-ца. | Счетчик на станции. |
| 6 | Костинская (Дмитровск. у.) снабж. с 25 г. 4 дерев. 260 двор., 1 мельница . . . . . | Кустарн. | — | 82 | — | — | 82 | 94 | 176 | ? | ? | 135<br>108<br>(с 1/X—25 по 1/VI—26) | ? | ? | 615 за 9 м-цев. | По вольтм. и амперм. на станции. |
| 7 | Малаховская сеть МОГЭС (Моск. у.) с 25 г. 1 поселок, 357 д., чисто осветит. . . . . | Посел.-дачн. | — | — | — | — | — | 185 | 185 | — | 180<br>160 | 180<br>160 | — | 865 | 865 | Счетчик на станции. |
| 8 | Перовская сеть МОГЭС (Моск. у.) снабж. с 23 г. 8 поселк., 1 665 дом., завод, 2 водокач., мелк. моторы в мастерских . . . . . | „ „ | — | 30 | — | 60 | 90 | 112 | 202 | ? | ? | 280<br>224 | ? | ? | 1.110 | „ „ „ |
| 9 | Салтыковская (Моск. у.) снабж. с 18 г. 5 поселк., 360 дом. чисто осветит. . | „ „ | — | — | — | — | — | 145 | 145 | — | 285<br>228 | 285<br>228 | — | 1.560 | 1.560 | По вольтм. и амперм. на станции. |
| 10 | Мысовская (Моск. у.) снабжает с 23 г. 15 пригор. поселк., 966 дом. Колбасная и коробочн. мастер., ткацкая и штамп. станки, водокачка . . . . | Пригородн.-пос. | — | 6,3 | — | 3,5 | 9,8 | 73,5 | 83,2 | ? | ? | 160<br>128 | ? | ? | 1.330 | По вольтм. и амперм. на станции. |
| 11 | Солнечно-Горск. (Клинск. у.) снабж. с 24 г. 10 пригородн. поселков, 252 дом. Чисто осветительн. . . . . | Пригор.-сельск. | — | — | — | — | — | 110 | 110 | — | 362<br>290 | 362<br>290 | — | 2.640 | 2.640 | По вольтм. и амперм. на станции. |

## Т А Б Л И Ц А 7.

**Присоединенная мощность и потребление энергии на один двор в сельских районах Костромской и Владимирской губ. по данным „Сельскосоюза“.**

| Наименование установок и краткая характеристика потребителей. | Присоединен. мощн. на 1 двор W. | | | | | Полезно-отпущено на 1 двор kWh. | | | | Число часов использования. | | | Учет энергии. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Электро-двигатели. | | | Освещен. | Всего. | За год. | Эл. двигат. | Освещение. | Всего. | Эл. двигат. | Освещение. | Всего. | |
| | Пром. предп. | Проч. | Всего. | | | | | | | | | | |
| Шупгенская (Костромской губ.). Снабжает с 1923 г. 39 деревень — 2423 двора и 2 пригор. слободы — 400 дворов. Мельница, лесопилка, крахмало-паточн. завод, водокачка . . . . . | 73 | 5 | 78 | 48 | 126 | 23/24 | 120 | 40 | 160 | 1 540 | 835 | 1 270 | Учета энергии нет, цифры потребления получены подсчетом. |
| | | | | | | 24/25 | 97 | 52 | 149 | 1 240 | 1 080 | 1 180 | |
| Кулаковская (Владим. губ.) снабжает с 1924 г. 10 селений — 1097 дворов. Мельница, картофел.-терочный завод . . . . . | 75,4 | — | 75,4 | 36,2 | 111,6 | 25/26 | ? | ? | 78 5 | ? | ? | 705 | Счетчик на станции. |

3-я группа: 5 установок с районами снабжения, в состав которых входят 990 дворов. По характеру районы этой группы отличаются от предыдущих двух наличием крупных совхозов, ведомственных учреждений и относительно крупных промышленных предприятий. В таблицах, предусмотренные проектами, электродвигатели разделены на две категории: предназначенные для мелких сельско-хозяйственных машин (молотилки, веялки, приготовление кормов, молочное и кустарное производство и т. п.) и предназначеные для обслуживания мелких промышленных предприятий (мельницы, лесопилки и т. д.).

Графа освещения включает в себе освещение частное, общественных учреждений и уличное.

При рассмотрении таблицы 12 видно, что, как и следовало ожидать, присоединенная мощность в наших сельских районах отнесенная на абонента и на жителя, значительно меньше, чем за границей. Присоединенная мощность для освещения на 1 двор в чисто сельских районах колеблется в пределах около 50 W, достигая большой величины лишь в районах поселково-дачных и пригородно-сельских. Весьма характерным является соотношение между присоединенной мощностью электродвигателей и освещения. В то время, как для Германии, например, значительно преобладает мощность для силовых целей, в наших условиях отношение между присоединенной мощностью электродвигателей и осветительной лишь в редких случаях превосходит единицу. Причины этого ясны: меньшая степень механизации процессов с.-х. работ, меньшая покупательная способность крестьянского хозяйства, не могущего ни произвести первоначальных затрат для приобретения электродвигательного оборудования, ни оплатить стоимость его эксплоатации. В результате энергия находит себе применение для силовых целей лишь в очень ограниченных пределах и в тех только случаях, когда электродвигательное оборудование может быть использовано на общественных началах. Надо ожидать, что относительно малые размеры присоединенной мощности для обслуживания силовых потребностей крестьянского хозяйства, как такового, будут иметь место в дальнейшем и надолго. Исключением могут быть районы кустарных промыслов, вообще же говоря, рост силовой нагрузки в сельских местностях в ближайшем будущем

Т А Б Л И Ц А 8.

Присоединенная мощность на I/X—1926 г. и потребление энергии в 1925/26 г. на 1-го абонента в сельских, смешанных, (мелко-городских и сельских) и в чисто городских (мелкие города) районах Московской губ. по данным Акц. О-ва «Электроэксплоатация».

| №№ по пор. | Наименование установок и краткая характеристика потребителей | % сел. абонен. от общ. числа абонен. | Присоед. мощн. на 1-го абонента. | | | Полезно-отпущена на 1-го абонента. | | | | | Число часов использования. | | | Примечание. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Эл. двиг. W | Освещен. W | Всего ватт. | Эл. двиг. | | Освещ. | | Всего kWh | Элек. двиг. | Освещение. | | |
| | | | | | | % энерг. отпущ. по счетчику. | kWh | % энерг. отпущ. по счетчику. | kWh | | | по счетчику. | без счетчика. | |
| 1 | Новлинская ст. снабжает совхоз и 4 деревни, 242 абонента, Эл. дв. при мельнице, крупорушке и водокач. . . . . | 100% | 190 [1]) | 73 | 263 | 21 | 78 | 29 | 103 | 181 | 410 | 1 160 | 2 147 | [1]) Включ. совхоз. |
| 2 | Звенигородская ст. снабж. город, 3 деревни и 3 дачных поселка; городских абонентов 186, сельск.—162. Эл. двиг. при водокачке . . . . | 46% | 10,5 | 187 | 197,5 | 0 | 20 | 55 | 121 | 141 | 190 | 549 | 1 595 | |
| 3 | Рузаевская ст. снабж. город и 3 деревни, городск. збонен. — 633, сельск.—329. Эл. дв. при ж. д. и мельнице . . . . . | 34% | 75,5 | 45,5 [1]) | 121 | 76 | 94 | 18 | 165 [1]) | 259 | 1 250 | 2 443 | 2 446 | [1]) Соотношение между присоед. мощн. и потреблен. энергии для освещен. вызывает сомнение. |
| 4 | Можайская ст. снабжает 6 деревень и город, городских абонентов—548, сельск.—169, эл. дв. при типограф.. кино и подокачке . . . . . | 24% | 45 | 79 [1]) | 124 | 0 | 22 | 14 | 124 [1]) | 146 | 49 | 1 122 | 1 555 | |
| 5 | Каширская сеть снабж. 3 городск. поселения и 4 деревни, городск. абонен.—548, сельск.—169. Эл. дв. при ж. д., колбасной и водокачке . . | 18% | 97,5 | 120 | 217,5 | 80 | 99 | 55 | 209 | 308 | 1 010 | 1 587 | 2 143 | |
| 6 | Ленинская ст., снабжает город и 2 деревни, городских абон. — 526, сельск.—38. Эл. дв. у кустарей . . | 6,7% | 6,5 | 96 | 102,5 | 0 | 2,36 | 37 | 125 | 127,36 | 360 | 1 192 | 1 655 | |
| 7 | Егорьевская сеть снабжает город с 1888 абонен. Эл. дв. при водокачке . . . . . | 0% | 32,5 | 115 | 147,5 | 100 | 84 | 27 | 165 | 249 | 2 580 | 1 076 | 1 814 | |
| 8 | Угличская ст. снабж. город с 175 абонен. Эл. двиг. при типографии и колбасной . . . . . | 0% | 41,7 | 213 | 254,7 | 0 | 21,6 | 51 | 153 | 176,6 | 525 | 481 | 828 | |

## ТАБЛИЦА 9.

Присоединенная мощность в ваттах на 1 двор и на 1 десятину обрабатываемой земли в установках, запроектированных в Сев.-Зап. Области.

| Группа установок | | На 1 двор. | | | | | На 1 десятину. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Освещ. | Эл. двигатели. | | | Всего. | Освещ. | Эл. двигатели. | | | Всего. |
| | | | мелк. с. х. маш. | Пром. пред. | Всего. | | | Мелк. с. х маш. | Пром. пред. | Всего. | |
| I | от | 30 | 0 | 0 | 27 | 70 | 13 | 0 | 0 | 11 | 31 |
| | до | 62 | 67 | 27 | 82 | 134 | 32 | 18 | 11 | 21 | 53 |
| | средн. | 49,6 | 25,6 | 12,7 | 38,3 | 87 | 21,3 | 10,8 | 5,7 | 16,5 | 37,8 |
| II | от | 53 | 16 | 22 | 47 | 91 | 16 | 8.1 | 6 | 15 | 31 |
| | до | 71 | 42 | 65 | 82 | 152 | 60 | 15,6 | 61 | 77 | 137 |
| | средн. | 59,9 | 27,6 | 37,1 | 65 | 124,6 | 27,5 | 12,7 | 17 | 29,7 | 57,2 |
| III | от | 66 | 23 | 55 | 97 | 163 | 10 | 7 | 13 | 24 | 36 |
| | до | 115 | 82 | 249 | 330 | 404 | 31 | 10 | 34 | 44 | 75 |
| | средн. | 104 | 51,6 | 127,8 | 179,4 | 283,4 | 17,3 | 7,6 | 21,2 | 29,8 | 47,1 |

## ТАБЛИЦА 10.

Годовое потребление энергии в киловатт-часах на 1 двор, и на 1 десятину обрабатываемой земли и число часов использования присоединение мощности в установках запроектированных в Сев.-Зап. Области.

| Группа установок. | | Полезно отпускаем. киловатт-часы в год. | | | | | | Часы использов. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | На 1 двор. | | | На 1 десятину. | | | | Эл. двиг. | |
| | | Освещ. | Эл. двиг. | Всего. | Освещ. | Эл. двиг. | Всего | Освещ. | мелк. с. х. э.-дв. | Пром. предп. |
| I | от | 78 | 10 | 101 | — | — | — | 1 555 | 204 | 260 |
| | до | 133 | 46 | 164 | — | — | — | 1 940 | 590 | 1 720 |
| | средн. | 100,4 | 25,6 | 126 | 44,6 | 11 | 55,6 | 1 775 | 360 | 1 000 |
| II | от | 89 | 51 | 142 | — | — | — | 1 520 | 290 | 820 |
| | до | 133 | 88 | 220 | — | — | — | 2 150 | 980 | 2 080 |
| | средн. | 109,1 | 64,5 | 173,6 | 50 | 29,6 | 79,6 | 1 820 | 634 | 1 417 |
| III | от | 104 | 32 | 161 | — | — | — | 1 300 | 290 | 640 |
| | до | 263 | 677 | 828 | — | — | — | 2 120 | 405 | 2 950 |
| | средн. | 166,2 | 242 | 408,2 | 27,6 | 40,0 | 67,6 | 1 680 | 375 | 1 820 |

ТАБЛИЦА 11.

Присоединенная мощность в ваттах и годовое потребление энергии в киловатт-часах на 1 двор в установках запроектированных на Украине и в Уральской Области.

| Характеристика районов. | Присоединенная мощность. | | | | | Потребление энергии. | | | Часы использования. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Освещ. | Электродвигат. | | | Всего | Освещ. | Эл. двиг. | Всего | Освещ. | Электродвигатели. | |
| | | мелк. эл. двиг. | пром. предп. | Всего | | | | | | мелк. эл. двиг. | пром. предп. |
| Украина, Полтавск. Округ, в район снабжения входит одно село — 1 500 дворов. Потребл энергии для освещ., молотилок, мелк. с.-х. машин, кино и мельницы . . | 22,6 | 33,3 | 24,6 | 57,9 | 80,5 | 35,7 | 174 | 209,7 | 1 580 | 1 960 | 4 400 |
| Украина, Черкасск. Округ, три села — 3 400 дворов. Потребление энергии дляо свещ., мелк. с./х. машин, молотилок, мельница, маслоб. завод, сахарный завод . . . . | 109 | 14,7 | 22,1 | 36,8 | 145,8 | 137,0 | 137,6 | 274,6 | 1 260 | 720 | 5 780 |
| Уральская Область Сарапульск. Округ, одно селение — 1 500 дворов. Потребл. энергии для освещения, кустарн. производства и мелк. пром. предприятия . . . . | 26,6 | 7,3 | 24,5 | 31,8 | 58,4 | 40 | 29,9 | 69,9 | 1 500 | 1 000 | 920 |

можно ожидать лишь в связи с развитием предприятий по переработке сельско-хозяйственных продуктов.

Вследствие естественно вытекающего из наших условий сельской электрификации использования электродвигательного оборудования на общественных началах следует ожидать, во-первых, что число часов использования электродвигателей должно быть больше, чем в условиях заграничных и, во-вторых, в графиках нагрузки не должно быть столь резко выраженных максимумов технической нагрузки, как это наблюдается там. Сказанное относи-

тельно числа часов использования электродвигателей подтверждается приведенными выше в таблицах цифрами (см. таблицы 6, 7, 8, 10 и 11), достигающими для мелких электродвигателей 1 000 и более часов в то время, как, согласно таблице 1, эта цифра для Германии в среднем только 165 часов.

Число часов использования электродвигателей в мелкопромышленных предприятиях по переработке с.-х. продуктов достигает, по приведенным выше данным, значений 2 500—3 000 и даже 5 000 часов—в установках на Украине (см. табл. 11).

Число часов использования присоединенной мощности для освещения по данным, приведенным выше в таблицах, весьма значительно. В частности по данным Акц. О-ва «Электроэксплоатация» (см. табл. 8). Число часов использования у абонентов, которым энергия отпускается по счетчикам, достигает значений 1 200—1 600, для абонентов же по оптовому тарифу поднимается до 2 000 часов и несколько больше.

Оценивая эти, выведенные из своей практики эксплоатации станций, цифры, Акц. О-во «Электоэксплоатация» указывает, что, несмотря на возможные сомнения по поводу их большой величины, они несомненно близки к истине, принимая во внимание, что: 1) коэффициент одновременности горения ламп для мелких сельских (и мелко-городских, весьма похожих по характеру на сельских) абонентов, надо считать близким к единице и 2) стимулов для экономии электрической энергии у абонентов без счетчиков не имеется.

Рассмотрение данных о числе часов использования у осветительных абонентов по другим источникам (см. табл. №№ 6, 7, 10 и 11) и сравнение их с данными таблицы 8 показывает, что это число по проектным данным (таблицы 10, 11) достигает значений того же порядка, что указывается Акц. О-вом «Электроэксплоатацией». Цифры же (в таблицах 6 и 7), полученные из эксплоатационных данных уже существующих установок, не превосходят как правило 1 000—1 500 (при отсутствии счетчиков у абонентов).

Вопрос о действительном, реальном числе часов использования установленной мощности у осветительных сельских, оптовых абонентов заслуживает большого практического интереса. Осветительная нагрузка в сельском электроснабжении занимает теперь до-

минирующую роль и, как уже было указано, в ближайшем будущем сохранит свое большое значение.

Вследствие этого одним из существенных факторов, влияющим на результат оценки рентабельности проектируемых сельских установок, является выбор ожидаемого числа часов использования мощности для освещения.

По вопросу о числе часов использования мощности для освещения, из которого следует исходить при проектированиях, мнения часто расходятся. Проектирующие обычно принимают это число в пределах от 1 500 до 2 000, но встречают возражения со стороны тех, кто находит возможным приравнивать величину числа часов использования осветительной мощности в наших современных условиях сельской электрификации с значительно меньшими цифрами, полученными из практики сельской электрификации за границей. Согласиться с убедительностью такого сравнения вряд ли можно, принимая во внимание, что: 1) за границей оптовый тариф является редким исключением, у нас же как правило, именно он будет иметь место и 2) присоединенная мощность для освещения в наших сельских местностях, как выше было показано, не превышает 50—60 W на двор, в то время как за границей (см. таблицу 12) она составляет в среднем 150—190 W. Естественно, что в первом случае коэффициент одновременности горения ламп будет гораздо больше, чем во втором случае.

Памятуя о несомненно большем, близком к единице, коэффициенте одновременности горения ламп, можно ориентироваться в вероятном числе часов использования их мощности, исходя из нормального для сельских условий расписания подачи энергии для освещения, согласованного с потребностью крестьян в освещении, например, следующего: май—июль —энергия для освещения не подается, в остальные месяцы она подается: август—сентябрь—с 4 ч. до 6 ч. утра и с 7 ч. до 11 ч. вечера; ноябрь—январь—с 4 ч. до 7 ч. утра и с 5 ч. до 11 ч. вечера; февраль—март — с 4 ч. до 6 ч. утра и с 6 ч. до 11 ч. вечера; апрель—с 8 ч. до 11 ч. вечера. Такое расписание соответствует 1 860 часам в году потребности в освещении. При коэффициенте одновременности 0,8—0,9 эта цифра соответствует 1 500 — 1 650 часам использования в году присоединенной для освещения мощности.

ТАБЛИЦА 12

| | Характер района. | Присоединенная мощн. W | | | | Годовое потреблен. энергии kWh | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | на 1-го абонента | | на 1-го жителя | | на 1-го абонента | | на 1-го жителя | |
| | | осв. | эл. дв. | осв. | эл. дв. | осв. | эл. дв. | осв. | эл. дв. |
| Германия. . . . | С/х. районы, включая мелко промышленные предприятия. | 150 | 495 | 27 | 89 | 41,7 | 80 | 7,5 | 14,5 |
| | Помимо с/х. нагрузки также городск. и мелко промышленн. | 178 | 534 | 32 | 96 | 69,5 | 180 | 12,5 | 32,5 |
| Франция. . . . . | Район с чисто с/х. нагрузкой | 187 | 71 | 32 | 10 | 54,5 | 25 | 9,8 | 4,5 |
| | С/х. районы включая м. пром. предпр. | 180 | 167 | 34 | 31 | | | | |
| С.С.С.Р . . . . | | | | | | | | | |
| В Моск. губ. по данным Моск. губ. электротехника. . . . . | Районы с/х. и кустарны включая мелко-промышлен. предприятия. | 57 | 41 | 10,4 | 7,4 | 76 | | 13,6 | |
| | Районы поселково-дачные и пригородно-сельские. | 129 | 45 | 23,4 | 8,2 | 209 | | 38 | |
| В Костромской и Владимирск. губ. по данным Сельсо-союза . . . | С/х. районы включая прадп. по переработке с./х. продуктов. | 42 | 76 | 7,6 | 13,8 | 113,7 | | 20,7 | |
| Московск. губ. по данным А. О. «Электроэксплоатация» . . . . | Смешанные районы с/х. и мелко городские. | 116 | 57 | 21,1 | 9,3 | 156 | 48 | 28,4 | 8,7 |

Нам представляется возможным, впредь до уточнения вопроса вполне убедительными данными статистики, принимать при проектировании число часов использования присоединенной для освещения мощности в вышеуказанных пределах. Вместе с тем следует рекомендовать при оценке степени рентабельности запроектированных установок исходить не только из стоимости полезно-отпускаемого потребителям киловатт-часа (как это часто делается), а также из годовой стоимости горения ламп, т. к. при оценке по последней цифре в значительной степени исключается влияние, может быть недостаточно обоснованно принятого проектом, числа часов использования в году присоединению для освещения мощности.

## Б. Графики сельско-хозяйственной нагрузки.

В тех случаях, когда в с.-х. районах значительно распространено применение электродвигателей, суточные графики нагрузки приобретают конфигурацию, весьма напоминающую типичные гра-




Рис. 1. Осенний график с./х. районной станции в Германии (Бирнбаум — Мезериц—Шверин) с х. двигатели и освещение

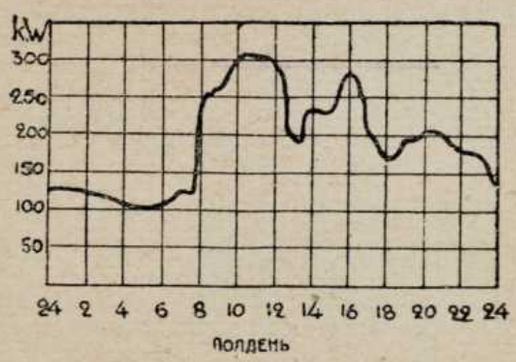



Рис. 2. Типичный график нагрузки с/х. сети в Англии.

фики станций с промышленной нагрузкой. Это видно при сравнении ниже приведенных графиков рис. 1, 2 и 3 с графиком рис. 4, из коих первые три относятся к с.-х. установкам, последний же представляет из себя график небольшого города с преимущественно промышленными абонентами. Характерным является наибольшее заполнение графиков в дневные часы с понижением нагрузки в течение часов обеденного перерыва.

Средние цифры, полученные из приведенных выше данных, характеризующих сельских потребителей электрической энергии, сопоставлены в таблице 12.

| | Характер района. | Присоединенная мощн. W | | | | Годовое потреблен. энергии kWh | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | на 1-го абонента | | на 1-го жителя | | на 1-го абонента | | на 1-го жителя | |
| | | осв. | эл. дв. | осв. | эл. дв, | осв. | эл. дв. | осв. | эл. дв. |
| Сев.-Зап. Область по запроект. установ. А. О. «Электропомощь. . . . . | С/х. районы с преимуществ. осветит. потреблен. энергии. | 49 | 38,3 | 8,7 | 7 | 100 | 25,6 | 18,2 | 4,7 |
| | С/х. районы с значительным развитием применен. энергии для силовых целей. | 60 | 65 | 11 | 11,8 | 109 | 64 | 19,8 | 11,6 |
| Украина по запроектир. установкам А. О. «Электрик» . . | С/х. районы включая мелко-промышленные предпр. | 65,8 | 45 | 12 | 8,2 | 86,3 | 102 | 15,7 | 18,5 |

Однако с/х. нагрузка значительно разнится от промышленно-городской в том отношении, что в то время как последняя имеет более или менее однотипный график в течение всего года (за исключением редких случаев когда режим работы большинства участвующих в графике промышленных предприятий зависит от сезона), графики с./х. нагрузки в сильной степени связаны с сезоном и меняются в течение года.




Рис. 3. Осенний график нагрузки с/х. станции Hohebach в Германии.

Сопоставление графиков рис. 3, 5 и 6 показывают, что годовой максимум нагрузки с/х. станции, к которой эти графики относятся, падающий на осень, почти в три раза превосходит зимний максимум и в шесть раз летний максимум (весенний график совпадает с летним). Объясняется это тем, что значительный, но кратковременный годовой максимум создается осенью благодаря работе молотилок. График рис. 5, зимних месяцев, в отличие от осеннего графика, имеет признаки преобладания осветительного потребления с характерными максимумами между 6-ю и 8-ю часами утра и 7-ю и 9-ю часами вечера. Дневная нагрузки, между 9-ю часами утра

и 5-ю часами вечера создается работой мелких с/х. машин (приготовление корма скоту) и насосов. В графике рис. 6, летних месяцев, осветительные максимумы отсутствуют. Нагрузка создается теми же электрическими двигателями, что и дневная нагрузка зимой и остается почти постоянной в течение суток. Малое потребление летом, весьма характерное для с/х. районов, объясняется для заграничных условий уменьшением потребности в заготовке корма скоту, вследствие выгона его на пастбище.

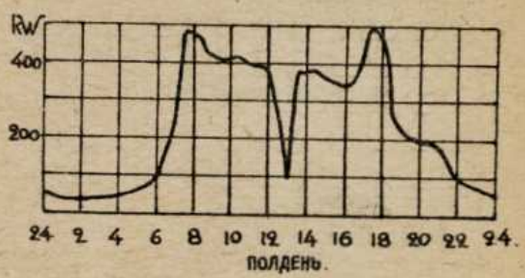



Рис. 4. Зимний график города с промышленными абонентами.

В отдельных случаях, когда хозяйство ведется с каким либо специальным уклоном, график нагрузки может иметь свои особенности. В частности из гр. рис. 7 и 8 [1]) видно, что отмеченный выше годовой максимум потребления осенью, характерный для с/х. районов вообще, отсутствует в графиках потребления специально молочных и куроводных ферм. Однако минимум потребления в течение летних месяцев и здесь имеет место.

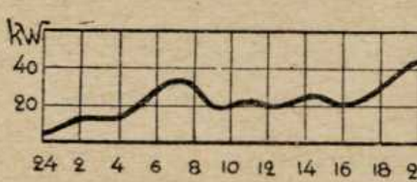



Рис. 5. Зимний график нагрузки с/х. станции Hohebach в Германии.

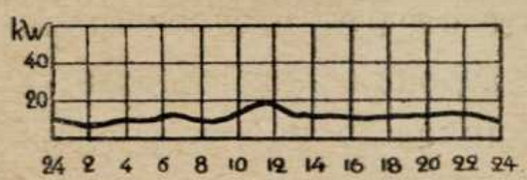



Рис. 6. Летний график нагрузки с. /х. станции Hohebach в Германии.

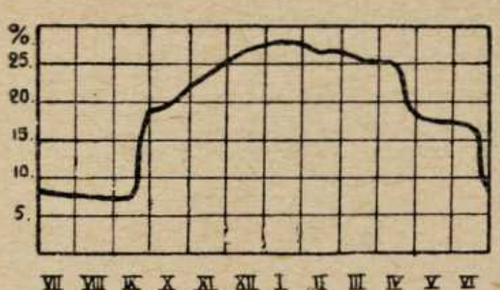



Рис. 7. Коэффициент загрузки типичной молочной фермы в Англии.

В с/х. установках с преобладающим осветительным потреблением энергии, график нагрузки ничем, собственно, не отличается от типичного осветительного графика небольших городов.

В обоих случаях имеются характерные подъемы нагрузки в утренние и вечерние часы. Графиками рис. 9, 10 и 11 [2]) изображена нагрузка осенних, зимних и лет-

[1]) Matthews „The Journal of the Institution of Eletrica lEngineers“ 1926 г. стр. 801 — 812.

[2]) „Travux du Premier Congrès national de l'Electrification rurale“ стр. 412.

них суток с/х. района во Франции с примерно 8 000 жителями. Нагрузка района преимущественно осветительная. Потребление энергии в год на одного жителя, для освещения—12,5 kWh, для электродвигателей—только 1,5 kWh.

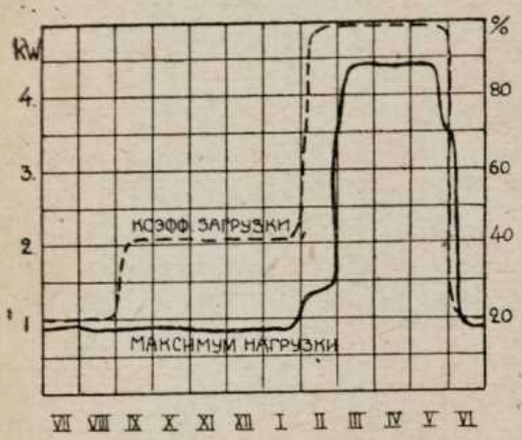



Рис. 8. Коэффициент загрузки и максимумы нагрузки типичной куроводной фермы в Англии.

Для сопоставления приводим в графике рис. 12 [1]) нагрузку зимних суток небольшого города в Германии с преимущественно осветительными потребителями.

Переходя к графикам нагрузки наших сельских электрических станций приходится, прежде всего, отметить, что регистрация нагрузки на наших сельских станциях представляется явлением чрезвычайно редким.

Это следует отнести к ряду других ненормальностей в условиях ведения эксплоатации и отчетности сельских установок. Из имеющихся в нашем распоряжении материалов об эксплоатации

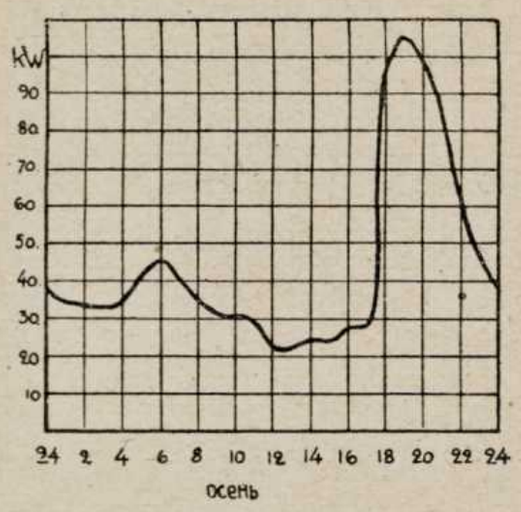



Рис. 9.

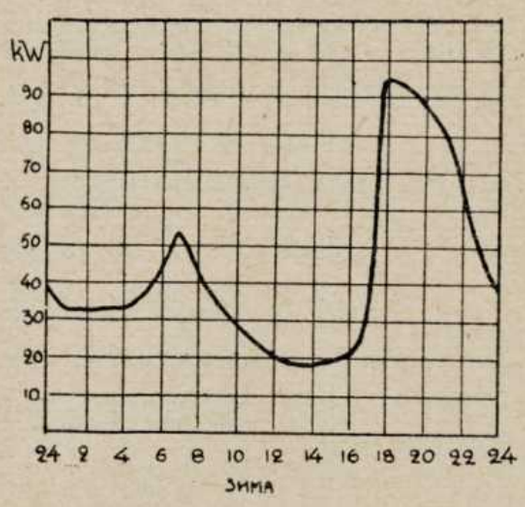



Рис. 10.

сельских станций представляется лишь возможным привести [2]) графики выработки энергии сельских установок. Оба нижеприводимые графика относятся к 25 — 26 г.г.

График рис. 13 относится к с/х. Ивановской электрической станции в Московской губернии, снабжающей с 1925 г. 4 деревни

---

[1]) Г. Клингенберг. „Сооружение крупных электрич. станций“ перевод И. Б. Мандельштама, Изд. С. Зап. Обл. Промбюро. Том 1, стр. 23.

[2]) По данным Московского Губэлектротехника.

с числом электрифицированных дворов— 320. Потребление энергии исключительно для освещения, присоединенная мощность—16 kW. Из графика видно, что выработка энергии достигает максимума в зимние месяцы, уменьшается постепенно, начиная с февраля месяца и достигает минимума летом. График типично осветительный.

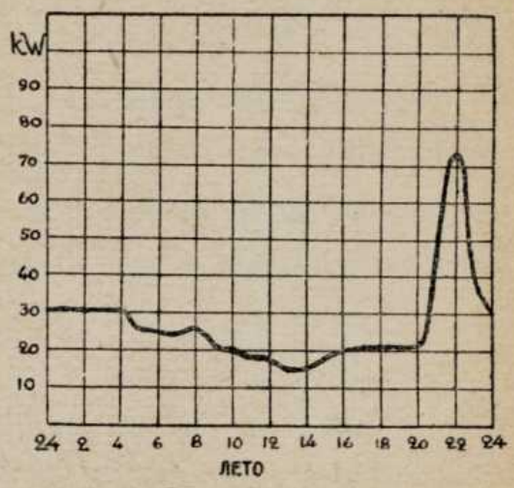



Рис. 11.

График рис. 14 относится к с/х. Осташевской электрической станции Волоколамского уезда Московской губ., снабжающей с 1924г. 37 деревень с общим числом дворов 855. В составе потребителей станции, кроме осветительных абонентов с присоединенной мощностью 18 kW, имеются две мельницы (30 л. с.), 7 молотилок (32 л. с.), клеверотерка и водокачка (9 л. с.).

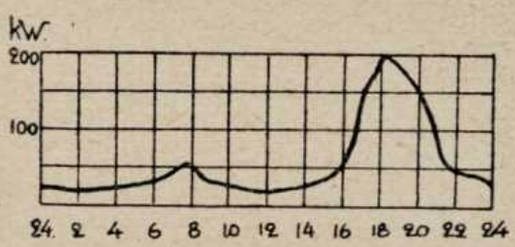



Рис. 12.

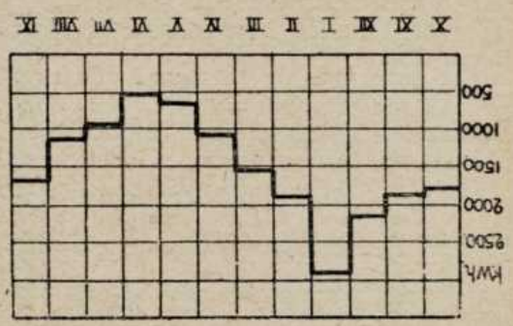



Рис. 13.

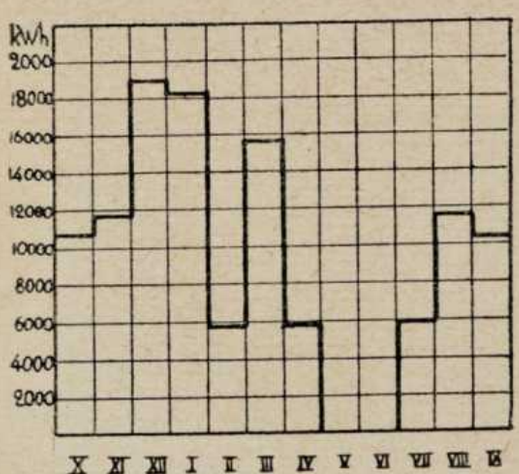



Рис. 14.

В данном случае имеем пример установки с значительным по числу и мощности составом силовых потребителей. При приблизительно одинаковой присоединенной мощности для освещения Осташковская станция отпускает в год 112, 340 kWh в то время, как Ивановская всего 17 790 kWh. В течение летних месяцев Осташевская станция прекращает работу, что является характерным для сельских станций вообще. Максимум отпуска энергии падает на декабрь — январь и обусловливается наличием мельниц.

Нарастание графика в августе находит себе объяснение в работе молотилок.

Указанное выше отсутствие возможности сослаться на примеры суточных графиков нагрузки наших сельских установок, находящихся в эксплоатации, заставляет обратиться к предполагаемым графикам запроектированных станций. Приводимые графики относятся к двум типичным сельским установкам, намеченным к сооружению в Сев. Зап. Области [1]) Проекты разработаны на основании

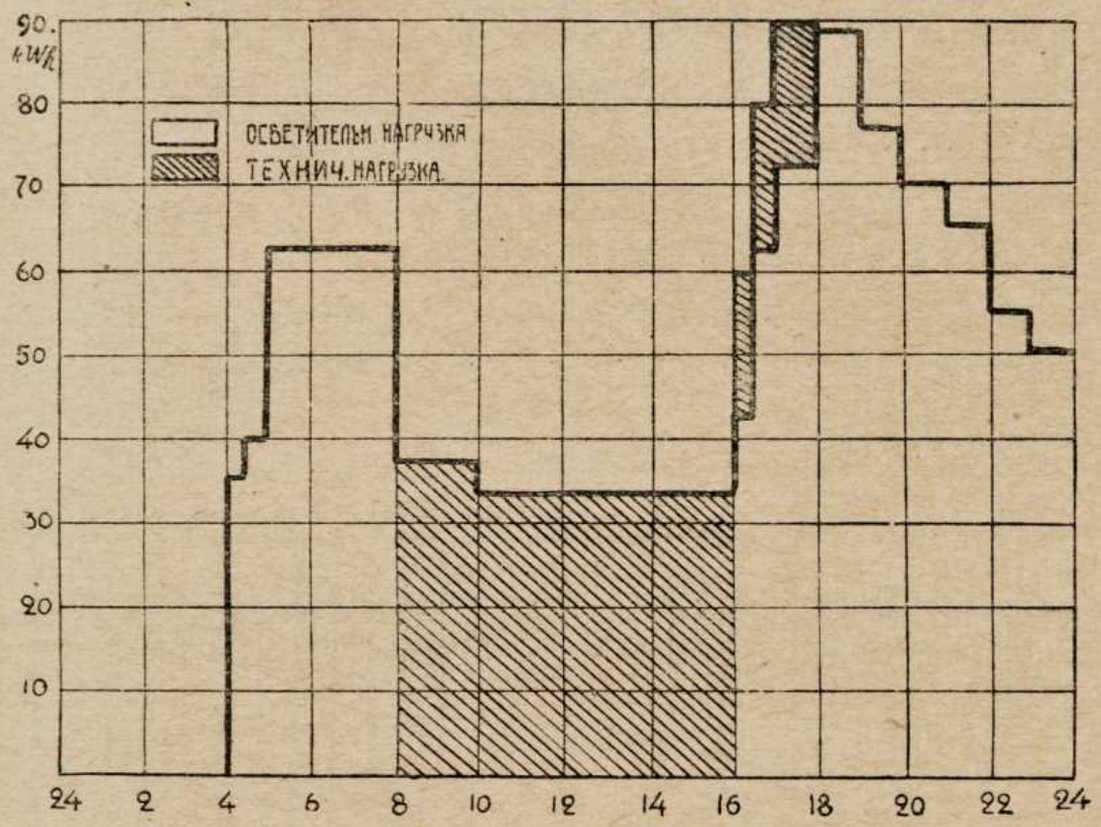



Рис. 15.

данных детального обследования районов, с учетом реальных местных условий.

График рис. 15 относится к сельскому району, охватывающему 27 деревень, с общим числом дворов 1 400. Хозяйство района имеет уклон маслодельческий. В среднем на одно хозяйство приходится 1,9 коров. Имеется 10 маслодельных артелей, эксплоатирующих каждая небольшой маслабойный завод. Потребление энергии преимущественно осветительное. Техническая нагрузка создается маслодельными заводами и осенью небольшим числом имеющихся в районе молотилок. В зимнем и весеннем графике этой установки участие Техническоой нагрузки еще меньше и они еще более чем осен-

[1]) Акц. О-во „Электропомощь“.

ний график приближаются к типично-осветительному. На графике рис. 16 приведена нагрузка осенних суток электростанции, предназначенной для снабжения сельского района, в составе потребителей которого имеются мелко-промы ленные предприятия. Перечень их имеется в указателе условных обозначений отдельных составляющих графика. В состав района входит 29 деревень с общим числом дворов 1115. Наличие в данном случае промышленных предприятий создает более равномерную, в течение года,

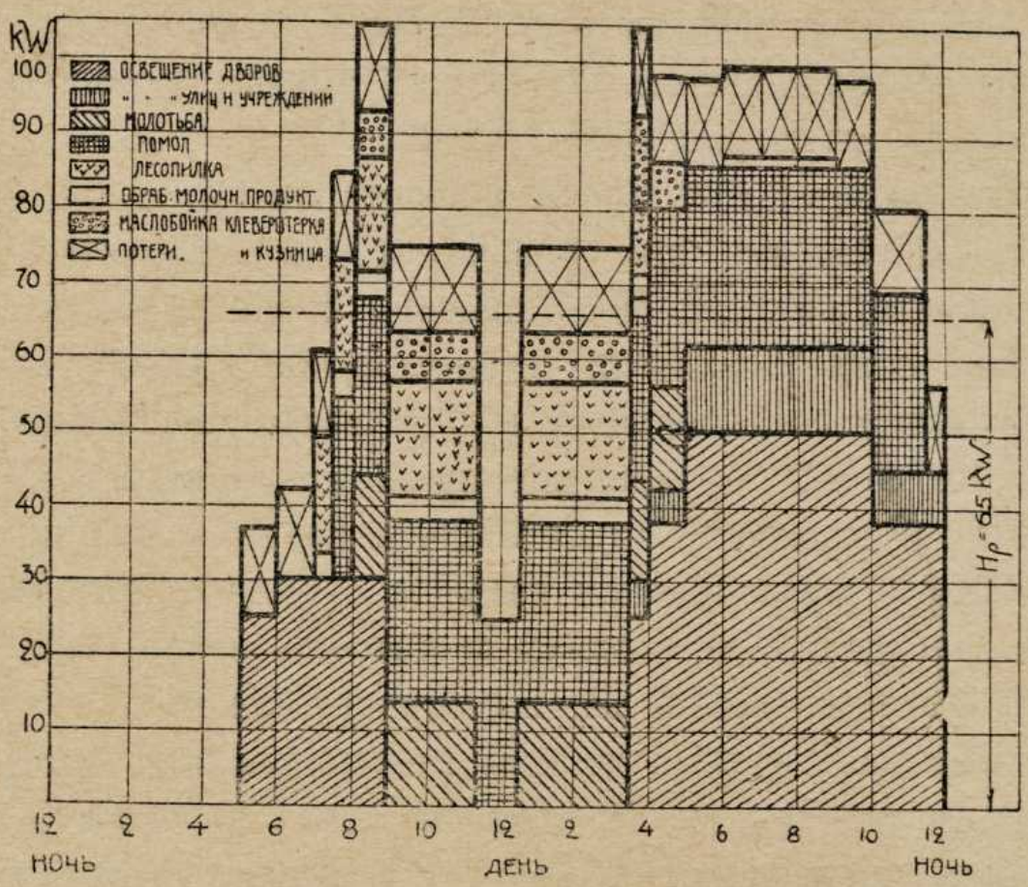



Рис. 16.

нагрузку станции и делает ее менее зависящей от сезона. Годовой минимум нагрузки приходится на летние месяцы, когда не будут работать молотилки, лесопилка, маслобойки и лишь с небольшой нагрузкой будут работать мельницы.

Общеизвестной неблагоприятной особенностью графиков с/х. нагрузкой за границей является их сезонность, т. е. наличие в некоторые периоды года (особенно осенью) резко выраженных годовых максимумов нагрузки. Эта характерная особенность хорошо иллюстрируется приведенными выше графиками 3, 5 и 6. Следствием отрицательных свойств графиков сельско-хозяйственной нагрузки является малый коэффициент использования установленной на станции мощности, мощности трансформаторных подстан-

ции и связанные с этим большие годовые потери энергии в трансформаторах. Естественно поэтому, что в условиях с/х. электрификации особенно существенное значение приобретают все мероприятия, могущие содействовать выравниванию графиков нагрузки, лучшему их заполнению и устранению больших кратковременных пиков.

В заграничной практике эти мероприятия имеют целью с одной стороны достигнуть более равномерного по времени распределения пользования молотильными электро-двигателями, с другой стороны, побудить абонентов пользоваться энергией в часы снижения нагрузки, применением специальных систем тарифа, устанавливающих в эти часы льготную расценку энергии.

С целью распределить время обмолота на более продолжительный срок, снабжающие с/х. районы станции стремяться привить общественное пользование молотильными машинами. Существуют даже мнения о необходимости установить обязательность, несмотря на всевозможные возражения сельских хозяев, общественной молотьбы в местностях с преимущественными мелкими хозяйствами и допускать отдельную молотьбу лишь в крупных хозяйствах.

Возможность выравнивания графика суточной нагрузки и его хорошего заполнения, в условиях достаточно полно электрифицированного сельского хозяйства, несомненно имеется.

Это доказывает видный деятель электрификации сельского хозяйства в Англии Мэтьюс [3]), приводя схему поочередного обслуживания максимальной мощностью в 5 kW многочисленных операций и работ в электрифицированном хозяйстве, для которого потребовалось бы, в случае одновременной работы, мощность 25 kW.

В процессах, в которых согласно этой схеме предполагается использование электрической энергии, большое место занимает нагревание. Следует отметить, что использованию электрической энергии для нагревательных целей в сельском хозяйстве уделяется в последнее время много внимания. Помимо использования нагревательных приборов, вообще применяемых в домашнем обиходе, сельское хозяйство может предъявить (и предъявляет) большой спрос на удовлетворение специальных потребностей в нагреватель-

---

[3]) Matthews „The Journal of the Instution of Electrical Engineers“ 1926 г. стр. 801—812

ных процессах, для которых может быть использована электрическая энергия. К таковым относится, например, варка картофеля для корма скота, инкубаторы, сушка плодов и овощей и консервирование кормов. Широкое распространение в сельском хозяйстве применения энергии для нагревания, связано с установлением приемлемых (пониженных) тарифов. Возможность установления льготных тарифов имеется, так как пользование нагревательными приборами может быть в часы пониженной нагрузки суточного графика.

Придавая особенно существенное значение в вопросе об улучшении графиков сельско-хоз. нагрузки применениям энергии для нагревательных целей, иностранные специалисты продолжают также уделять внимание проблеме использования электрической энергии к обработке почвы, несмотря на то, что электропашущие конструкции (электроплуги и фрезы) до сих пор еще не могут вполне успешно конкурировать с иными способами вспашки. Настойчивые попытки сельско-хозяйственной электротехники найти путь к экономически целесообразному использованию электрической энергии в деле обработки почвы свидетельствуют о том, что не исключена возможность в будущем внедрения ее и в эту крупнейшую отрасль сельско-хозяйственных работ. Если это произойдет, то коренным образом изменятся условия снабжения энергией сельских местностей, как в смысле увеличения потребления энергии, так и в смысле улучшения графиков нагрузки.

Характеризуя графики нагрузки наших сельских местностей, нужно еще раз отметить, что относительно мало развитая техническая нагрузка и использование электродвигательного оборудования на общественных началах создают у нас условия, сказывающиеся на отличии наших графиков от графиков сельско-хозяйственной нагрузки за границей. Меньшее значение технической нагрузки по сравнению с осветительной и общественное использование электродвигательного оборудования уменьшают возможность создавания значительных сезонных пиков нагрузки.

В районах, где отсутствуют в составе потребителей энергии предприятия по переработке сельско-хозяйственных продуктов и электродвигатели находят себе применение только для обслуживания крестьянских с.-х. работ (молотьба, веяние и т. п.), график нагрузки весьма мало отличается от чисто осветительного. Роль

технической нагрузки с.-х.в графиках сказывается значительно лишь при наличии промышленных предприятий: мельниц, лесопилок и других заводов по переработке с.-х. продуктов.

Оценивая перспективы будущего развития графиков нагрузки наших сельских местностей, следует высказать предположение, что в ближайшее время вряд ли можно ожидать (в отличие от Западной Европы), значительного участия в них нагрузки нагревательных приборов, электропахоты и других применений энергии, связанных с обслуживанием крестьянского хозяйства, как такового. Тем большую роль в развитии электроснабжения наших сельских местностей суждено играть электрифицированным мелко-промышленным предприятиям по переработке сельско-хозяйственных продуктов.

## II

## СЕЛЬСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И УСЛОВИЯ ИХ ЭКСПЛОАТАЦИИ.

Известно, что электроснабжение сельских местностей осуществляется за границей и у нас как от самостоятельных сельских станций, так и путем подачи энергии в сельские районы от линий передач районных станций, от установок, снабжающих города, и, наконец, от фабрично-заводских электрических станций.

В среде работающих в области сельской электрификации в последнее время нередко ставится вопрос о том, следует ли продолжать строительство самостоятельных сельских установок (мелкого и районного значения) или отказаться от таковых и связать развитие сельского электроснабжения исключительно с постепенно выполняющимся планом строительства крупных районных станций, государственного значения, их линий передач и с развитием в пределах сельских местностей сетей коммунальных городских и фабрично-заводских электрических установок.

В частности в такой плоскости развернулась дискуссия недавно [1]) состоявшегося съезда электростроительных организаций при обсуждении вопроса о плановом подходе к сельской электрификации. Несмотря на то, что вопрос этот относится, главным образом, именно к теме планирования сельского электростроительства, его все же уместно несколько затронуть в пределах настоящего доклада.

Практика сельской электрификации за границей показывает, что в различных странах история и современные пути развития сельской электрификации различны. Северо-Американские С. Ш. и Франция идут по пути развития сельского электроснабжения почти исключительно от линий передач районных станций. Вряд ли ошибочным будет предположение, что это объясняется большим развитием в обоих государствах линий передач районных станций

---

[1]) Февраль, 1927 г. в Москве.

и отсутствием условий, в силу которых можно было бы предпочесть строительство специальных сельских установок.

Германия и Швеция дают пример использования для электрификации сельского хозяйства как линий передач районных станций, так и самостоятельных сельских электрических установок местного или ограниченного районного значения. Эти установки вызваны к жизни возможностями выгодного использования местных небольших источников энергии (водной). В Дании, по мере развития сетей районных станций, наблюдается все увеличивающийся спрос на использование их для сельско-хозяйственной электрификации, однако, несмотря на это, имевшие еще недавно почти исключительное значение мелкие с.-х. электрической установки не утрачивают своей роли и даже возрастают в числе.

Следует отметить, что в специальной германской литературе имела место, в свое время, дискуссия о преимуществах и отрицательных сторонах снабжения энергией сельских местностей от специальных с.-х. станций местного значения и от сетей районных станций, причем в большинстве случаев мнения склонялись к тому, что при наличии благоприятных местных условий, эксплоатация первых может быть вполне безубыточной.

Из сказанного видно, что вопрос о путях осуществления электрификации сельского хозяйства за границей не имеет однотипного разрешения и зависит от целого ряда условий. В начале развития нашего сельского электростроительства, которое должно быть отнесено к периоду 1920—21 гг., по вопросу о местной сельской электрификации и о связи ее с планом электрификации Союза имел суждение VIII Электротехнический Съезд. Приветствуя явно проявившуюся тогда инициативу деревни в деле создания сельских станций местного значения, съезд признал, что роль этих станций велика в смысле подготовки в сельских местностях потребителей электрической энергии будущих, крупных районных станций.

Таким образом, еще пять с лишним лет тому назад был установлен взгляд на местные сельские установки, как на одни из подготовительных этапов к электрификации сельских местностей от линий передач мощных районных центральных станций. Однако, как тогда учитывалось, так и особенно теперь следует учесть, что процесс приближения линий передач к сельским местностям, предъявляющим спрос на электрическую энергию, будет происходить

в продолжение многих лет, в течение которых сооружение местных мелких станций не может быть искусственно приостановлено.

Чисто объективные соображения заставляют предполагать, что успешная, т.-е. безубыточная, эксплоатация небольших по мощности установок, снабжающих энергией сельских потребителей, является делом весьма трудным. Поэтому не следует считать большой неожиданностью, что многие, возникшие у нас в период так называемой стихийной электрификации в 1918—23 гг., сельские установки оказались вскоре в очень тяжелом положении и даже погибли. Этого следовало ожидать потому, что в процессе стихийного сельского электростроительства не было ясного сознания трудностей условий эксплоатации сельских станций и необходимости вследствие этого вызывать к жизни установки лишь в тех случаях, когда местные условия достаточно благоприятны, чтобы обеспечивать их жизнеспособность. Также результатом недостаточного учета трудностей дела сельской электрификации являются, во-первых—до сих пор совершенно неприемлемые для нее условия финансирования, оказавшиеся во многих случаях губительным для станций и во-вторых—безнадзорность сельских установок как в смысле техническом, так и хозяйственном. Следует поэтому признать, что помимо объективных причин, создающих трудности в условиях эксплоатации мелких, специально сельских установок, были до сего времени в нашей практике весьма серьезные субъективные причины (ошибки), повлекшие преждевременную гибель многих из их числа и зародившие мысль о необходимости вообще отказа от местного, сельского электростроительства.

Изложенные выше соображения нам казалось необходимым предпослать докладу, уделяющему главное внимание специально сельским электрическим станциям.

## 1. Мощность сельских электрических станций.

По данным первого недавнего опыта [1]) этатистики сельского электроснабжения, средняя по Союзу мощность зарегистрированных на 1925 г. около 550 электрических станций составляет по мощ-

---

[1]) Анкетное обследование ЦСУ, дополненное Главэлектро и опубликованное А. А. Куликовским в журн. «Электрификация» № 12 за 1926, а также в докладе Сельскосоюза съезду электростроит. организаций в феврале 1927 г.

ности первичных двигателей—35,6 л. с. и по мощности генераторов—17,5 kW. Цифры средней мощности (первичного двигателя) по различным областям Союза достигают максимально для Юго-Восточной Области—46,7 л. с. и минимально для ЗападнойОбласти—22,9 л. с.

Считать приведенные цифры характерными и соответствующими типичным сельским установкам на будущее нельзя, так как надо учесть, что до 1924—25 гг. сельское электростроительство сводилось, главным образом, к использованию существующего силового оборудования мелко-промышленных предприятий. Большей частью использовались мельницы, при коих на 1925 г. приходится свыше 50% сельских электрических установок. При использовании существующего силового оборудования мощность установки в значительной степени предрешалась и потому по ней нельзя судить о характерной мощности сельской установки, каковой она должна быть сообразно местным условиям данного района. Процесс укрупнения вновь сооруженных электрических станций в настоящее время наблюдается, причем, если еще недавно самой крупной, из числа наших чисто сельских установок, была Шунгенская станция в Костромской губ. (500 л. с.), то теперь вступила в эксплоатацию более крупная Топорнинская с.-х. станция в Башкирской республике, мощностью 500 kW и в ближайшее время вступит Бугская на Украине—900 kW.

Вопрос о том, какие мощности являются типичными для наших сельских установок ближайшего будущего чрезвычайно важен, так как только выяснение этого вопроса позволит подойти к стандартизации нужного для них оборудования. Как уже указывалось, статистика существующих электрических станций не даст в этом отношении убедительных указаний и потому предстоит подойти к вопросу путем анализа и обработки материалов запроектированных электрических станций, а также учета совокупности условий, имеющихся в отдельных районах Союза, влияющих на типичную для них мощность установок.

В частности анализ данных по установкам, запроектированным в Сев.-Зап. Области, показывает, что для этой Области типична мощность в пределах 60—90 kW. Таким же путем выясняющаяся цифра для Украины [1]) определяется в пределах 300 — 400 kW.

[1]) По докладу Акц. О-ва «Электрика» съезду электростроительных организаций.

Диапазон приведенных для Сев.-Зап. Области и для Украины цифр весьма значителен; это объявняется отличием условий характерных для указанных территорий.

Считая, что мощности сельских электрических станций, типичные для различных Областей Союза, могут быть выяснены только путем большой работы по оценке и анализу соответствующих материалов и данных, можно все же высказать соображение, что они будут находится в пределах до 500 kW. При этом, разумеется, в отдельных случаях, сообразно местным условиям, не исключена возможность целесообразности сооружения установок и больших мощностей.

## 2. Оборудование сельских электрических установок.

По роду первичных двигателей, зарегистрированные сельские электрические установки распределяются слеоующим образом [1]):

| | |
|---|---|
| Паровых от общего числа . . . . . | 23,8% |
| Газогенераторных от общего числа . | 5,2 |
| Нефтяных » » » . | 38,2 |
| Водяных » » » . | 32,8 |

Преобладают числом установки с нефтяными двигателями В данном случае, повидимому, также сказывается, то, что в большинстве случаев электрические станции пристроены к существовавшим силовым установкам при промышленных предприятиях небольшой мощности, в частности мельничным, имеющим, обычно, нефтяные двигатели (там где использование водяных двигателей не может иметь место).

Несмотря на то, что в настоящее время, вероятно по указанным только что причинам, в сельских установках превалируют нефтяные двигатели, вряд-ли возможно причислить их к наиболее подходящим в условиях сельской электрификации.

Следует учитывать, что двигатели внутреннего сгорания—вообще и нефтяные—в частности требуют, по сравнению с другого типа двигателями, наиболее квалифициров анного обслуживания. В усло

---

[1]) По данным доклада «Сельскосоюза» съезду электростроительных организаций.

виях же эксплоатации сельских установок это трудно выполнимо. Срок амортизации двигателей внутреннего сгорания меньше стоимость же их (особенно двигателей типа Дизеля) больше, чем двигателей других типов.

При использовании на станции двигателей внутреннего сгорания, в особенности небольших мощностей, приходится считаться с большой степенью их неравномерности. Кроме того, в течение еще более или менее продолжительного времени придется проводить режим экономии в расходовании нефтяного топлива и оказывать безусловное предпочтение использованию сельскими электростанциями местных видов топлива.

Из числа тепловых первичных двигателей весьма большое значение в деле сельского электростроительства должен иметь, локомобиль, так как в этой области он может с успехом конкурировать с другими типами тепловых двигателей. Относительно небольшие мощности, характерные для сельских установок, заставляют думать, что паровые турбины вряд ли найдут себе здесь сколько нибудь значительное применение, паровые же машины, не имеющие вообще больших преимуществ перед локомобилями стационарного типа, в настоящее время почти не изготовляются нашими машиностроительными заводами.

В тех случаях, когда сельская установка осуществляется в составе промышленного комбината в процессах производства которого требуется пар или когда отбросы его производства могут быть использованы в качестве горючего, локомобиль будет находить себе широкое применение.

Учитывая это следует принять все меры к тому, чтобы путем серийного производства достигнуть снижения стоимости локомобилей, которая в настоящее время при исготовлении нашими заводами относительно высока. Желательны также некоторые усовершенствования конструкций, в частности—достижение возможности (ныне, по условиям изготовления локомобилей Мальцевскими заводами, не имеющейся) передачи всей мощности с одного шкива. Отсутствие этой возможности усложняет конструкцию передачи на генератор и заставляет увеличивать габариты здания станции следствием чего является ее удорожание.

Мелкие гидроэлектрические установки, весьма распространенные за-границей, в районах, где есть водные источники энергии,

имеют все шансы на то, чтобы не утратить своего теперешнего значения в деле электрификации наших сельских местностей. Основанием к утверждению этого служит то, что гидротехнические сооружения, требующие большого количества земляных работ, в сельских установках могут быть выполнены трудом крестьян, которые получают, благодаря этому, возможность сделать требующиеся от них вложения не в форме денежных затрат, для них почти непосильных. Крестьянами же могут быть заготовлены и доставлены требующиеся для возведения гидротехнических сооружений местные строительные материалы. В сметной стоимости гидроэлектрических установок небольшой мощности, неквалифицированные рабочие руки и местные строительные материалы входят часто настолько большой слагающей, что предоставление их местным населением позволяет ему принять на себя значительное участие в расходах по сооружению станции.

Кроме возможности участия местного населения в первоначальных затратах на гидротехнические сооружения следует отметить, что сами по себе эти затраты в мелких установках относительно не велики, при применении простых, например, деревянных конструкций. Учитывая значение гидроэлектрических установок в деле местной сельской электрификации, следует принять ряд мер, могущих содействовать их развитию. Необходимо возобновление и доведение до конца предпринятой Главэлектро несколько лет тому назад работы ио установлению типов сельских гидроэлектрических установок и разработки типовых конструкций гидротехнических сооружений, наиболее совершенных в смысле простоты и максимального использования местных строительных материалов. Результаты этой работы позволят стандартизировать типы водяных турбин и осуществить серийное их изготовление. В этом ощущается необходимость особенно потому, что в настоящее время стоимость изготовления турбин небольших мощностей нашими крупными заводами чрезвычайно высока. Об этом свидетельствует весьма значительное превышение стоимости турбин, изготовленных этими заводами, по сравнению со стоимостью продукции, имеющихся у нас небольших полукустарных заводов водяных турбин (близь г. Опочки Псковской губ., Курганский завод на Урале).

Естественно, что в условиях крупного производства расходы при изготовлении мелких водяных двигателей по отдельным зака-

зам, а не сериями, ложатся на их стоимость непосильным бременем.

Со стороны электромашиностроительных заводов должно быть уделено внимание вопросу об изготовлении генераторов с вертикальным валом применение которых позволяло бы устранить несовершенство и дороговизну конструкций передачь с вертикальных водяных турбин на генераторы с горизонтальным валом.

В целях успешного использования мелких водных источников энергии для сельского электроснабжения необходимо усилить работу по изысканиям. и систематическому обследованию этих источников

Программы ежегодных работ губернских и уездных земельных управлений должны быть в этой части значительно расширены.

Сеть водомерных постов должна быть развита под наблюдением тех же органов земельного управления. Для этого должны быть выделены центром соответствующие средства, размер которых не будет значителен, так как к систематическому наблюдению за постами привлекается невысоко оплачиваемое местное население. Отсутствие гидрометрических данных и нивеллировок по рекам приводит зачастую к тому, что при проектировании сельских установок либо отбрасывается вариант гидроэлектрической установки и необоснованно выбирается менее выгодный вариант тепловой станции, либо, что еще хуже, осуществляется гидроэлектрическая установка, проект коей не базируется на достаточных данных об источнике энергии, в результате чего проистекают естественные ошибки.

В связи с использованием мелких источников водной энергии для электрификации сельских местностей, за границей уделяется внимание автоматизации обслуживания гидравлических станций. Как известно в последнее время предложены схемы автоматического регулирования всей установки в целом, т. е. не только гидравлического двигателя, но и электрической части. При этом потребность в персонале сводится к минимуму. Однако в наших условиях увеличение первоначальных затрат, при устройстве автоматических установок, сказалось бы на стоимости энергии в сторону увеличения большее, чем сокращение обслуживания повлияло бы на нее в сторону уменьшения.

Поэтому полная автоматизация установок, так, как она проводится за границей, не может быть включена в первоочередные

задачи нашего сельского электростроительства, для которого, в настоящее время, часто оказывается недоступным даже устройство автоматического регулирования только водяных турбин.

На основании сказанного выше следует притти к заключению, что: 1) мелкие гидроэлектрические установки могут в условиях сельской электрификации иметь все шансы на дальнейшее развитие вследствие возможности привлечения к их сооружению местных средств в форме неквалифицированного труда крестьянского населения и местных материалов, им же заготовляемых.

2) Из числа тепловых двигателей наибольшее значение в сельском электростроительстве имеет локомобиль.

3) Нефтяные двигатели должны применяться лишь в случае невозможности, по местным энергетическим условиям, использования иных видов топлива.

По роду тока существующие сельские электрические установки распределяются следующим образом *):

Постоянного тока—75,5% от общего числа.
Переменного тока—14,2% » » »

(По остальным установкам напряжение не известно).

Из числа зарегистрированных установок лишь 1,3% установок снабжают районы переменным током высокого напряжения.

Преобладающее значение имеют установки напряжением 110—120 V: 49,9%; напряжение 220 и 440 V имеет 35% от общего числа установок.

Преимущественное распространение установок постоянного тока легко объясняется тем, что в период стихийного сельского электростроительства находило себе применение то оборудование, которое легче всего было приобрести. В частности в качестве генераторов использовались электродвигателя постоянного тока, зачастую снятые с ближайших фабрик и заводов. Этим же, в значительной степени, объясняется большое количество установок напряжения 110—120 V постоянного тока, несмотря на то, что, даже принимая во внимание малую мощность существующих в настоящее время сельских установок, следует считать такое

---

*) По данным доклада „Сельскосоюза съезду Электростроительных Организаций.

низкое напряжение не соответствующим (в большинстве случаев) условиям технической целесообразности.

Исходя из того положения, что самостоятельные сельские установки должны рассматриваться как этап к переходу снабжаемого ими энергией района на питание от будущих крупных районных станций, предпочтение при новом электростроительстве должно быть отдано переменному току.

Уместно отметить, что в С.Ш.А. пользуется распространением система снабжения сельских местностей однофазным переменным током (в некоторых случаях с заменой землей одного из проводов). Есть основания думать, что эта система может иметь преимущество перед 3-х фазным током в районах с преимущественно осветительным и мелкомоторным потреблением (районы мелкой кустарной промышленности), вообще же система трехфазного ток должна быть признана основной.

Высказанные соображения отнюдь не исключают того, что в некоторых случаях мелкой сельской электрификации местные условия заставляют отдавать неоспоримое предпочтение, в смысле меньших первоначальных затрат, постоянному току, особенно трехпроводной тистеме 2 х 220 V. Это имеет место тогда, когда сеть получается слишком тяжелой при напряжении трехфазного тока 220 V, переход же на высокое напряжение в 3 000 V. связан с слишком большим удорожанием всей установки в целом. Допущение системы напряжения 380/220 V позволило бы и в этих случаях трехфазному току успешно конкурировать с постоянным.

В интересах преимущественного распространения в сельских местностях установок трехфазного тока, оборудование которых в настоящее время (при малых мощностях) значительно дороже оборудования установок постоянного тока, необходимо озаботиться разработкой стандартных типов этих установок, их возможным упрощением и серийным изготовлением заводами.

В сельских установках трехфазного тока, снабжающих район при высоком напряжении, необходимо соблюдение следующих условий: 1) оборудование станции, в частности ее распределительное устройство должно быть таково, чтобы обеспечивалась наибольшая безопасность обслуживания и 2) распределительное устройство должно быть по возможности упрощено, т. к. из общей стоимости

установки высокого напряжения малой мощности на распределительное устройство приходится весьма значительная часть.

Особые требования безопасности для обслуживающего сельские станции персонала от высокого напряжения диктуются тем, что квалификация этого персонала часто недостаточна и навыка в обслуживании высокого напряжения у него нет. Эти требования достигаются наилучшим образом установкой на станции генераторов низкого напряжения и отдельных повышающих трансформаторов. Последние могут быть расположены в пределах станции но в особом помещении так, чтобы обслуживающему персоналу приходилось проникать в это помещение лишь в случае аварий ремонта трансформаторов и в иных исключительных случаях Предпочтительнее повышающие трансформаторы выносить вовсе за пределы станции и устанавливать их в отдельных подстанциях (в будках или на столбах).

Стоимость строительной части отдельных повышающих подстанций невелика и не повлияет существенно в смысле удорожания установки, тем более, что вынесение трансформатора из пределов здания станции позволяет уменьшить габариты последнего. Увеличение стоимости электротехнического оборудования станции, на первый взгляд значительное вследствие установки отдельного повысительного трансформатора, на самом деле, если не вполне, то в большей части компенсируется достигаемым при такой схеме упрощением распределительного устройства и меньшей стоимостью генераторов низкого напряжения по сравнению с генераторами высокого напряжения. Меньшая стоимость генераторов низкого напряжения сказывается особенно в машинах малой мощности. Кроме того, следует учесть, что и в случае генераторов высокого напряжения на станции должен быть установлен трансформатор, понижающий напряжение для обслуживания ее собственных нужд и абонентов, находящихся в непосредственной близости к станции.

При установке на станции генераторов низкого напряжения и отдельных повышающих трансформаторов, оставляемых в пределах станции или выносимых из ее пределов в отдельные подстанции, аппаратура высокого напряжения, т.-е. наиболее дорогая часть распределительного устройства, может быть сокращена до минимума. Выключение трансформатора может производиться простым рубящим выключателем на стороне низкого напряжения.

Измерительные приборы, устанавливаемые также на стороне низкого напряжения, могут включаться без измерительных трансформаторов. Относительно дорогие трансформаторы тока требуются лишь для измерений в установках значительной мощности. На отходящих со стороны высокого напряжения повышающего трансформатора фидерах, дорого стоющие масляные выключатели могут быть заменены высоковольтными плавкими предохранителями - разъединителями. В изложенной схеме распределительного устройства ими ограничивается состав требующейся высоковольтной аппаратуры.

В том случае, когда от станции отходит только один фидер высокого напряжения с обслуживающим его повысительным трансформатором, то полное исключение масляных выключателей из схемы распределительного устройства отнюдь не служит в ущерб его гибкости.

При отходящих от станции двух или нескольких фидерах высокого напряжения потребовалось бы, для сохранения гибкости распределительного устройства в полной мере—в смысле возможности раздельного выключения фидеров под нагрузкой—либо установить на них масляные выключатели, либо каждый фидер снабдить отдельным повышающим трансформатором. Как то, так и другое решение связано с увеличением стоимости установки, избежать которого можно, так как следует признать, что в условиях сельской электрификации можно, не в пример требованиям безопасности, поступаться требованиями бесперебойной подачи энергии. Если это, естественное для сельских установок, допущение сделать, то при двух и нескольких отходящих от станции фидерах, питаемых одним повысительным трансформатором, можно ограничиться установкой на них плавких предохранителей-разъединителей. Отключение и включение при помощи их отдельных фидеров может производиться без нагрузки, для чего, в случае надобности произвести указанные действия на одном из фидеров, нагрузка может быть на короткий, требующийся для этого, промежуток времени, снята со всех фидеров путем выключения рубильника на стороне низкого напряжения повышающего трансформатора.

Вопрос о нормальных схемах и возможных упрощениях распределительных устройств сельских электрических станций, как известно, затронут «Временными руководящими указаниями по

устройству электротехнических установок в сельских местностях» [1], подлежащих обсуждению и утверждению (в той или иной редакции) на Съезде.

Следует признать желательным в опубликованную редакцию указаний внести некоторые изменения и уточнения. Установка масляных выключателей на электрических станциях не должна считаться обязательной при наличии параллельно работающих машин низкого напряжения (как это может быть понято из опубликованных «Временных указаний»). Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что в случае, если ток высокого напряжения вырабатывается генераторами непосредственно (независимо от того имеется ли параллельная работа генераторов или нет), избегнуть необходимости в масляных выключателях на станции не представляется возможным. В данном случае замена масляных выключателей разъединителями не может быть признана допустимой. Рекомендуемое «Временными руководящими указаниями» отключение разъединителей производить после выключения возбуждения генератора или же после выключения машин-двигателей сопряжено с большими неудобствами и даже опасностью для персонала. Неудобство и опасность заключаются в том, что вследствие выключения возбуждения генераторов или остановки первичных двигателей будет прервана подача энергии для собственных нужд станции, в частности, прекратится ее освещение.

Кроме того, последовательные манипуляции: выключение возбуждения или остановка первичных двигателей, выключение разъединителей и вновь включение возбуждения или пуск двигателей не могут быть выполнены быстро, тем более, что разъединители обычно устанавливаются не на распределительном щите, где сосредоточено управление возбуждением генераторов.

Операция включения и выключения разъединителями фидеров высокого напряжения, при схеме устройства станции с генераторами низкого напряжения и отдельными повышающим трансформатором, гораздо проще, так как здесь выключению разъединителей должно лишь предшествовать выключению рубильника со стороны низкого напряжения трансформатора. Если, при зна-

---

[1]) Разработаны О. К. Э. Н.'ом и опубликованы в журн. „Электричество“ 1925 г. № 11.

чительной мощности трансформатора, оказалось бы затруднительным выключение его воздушными выключателями под полной нагрузкой, то предварительное уменьшение нагрузки может быть просто осуществлено некоторым уменьшением возбуждения генератора. В данном случае это не представляет затруднений и не требует большого времени, так как и управление возбуждением генератора и рубильник трансформатора находятся под рукой дежурного у щита.

Таким образом, следует притти к заключению, что полная замена на станции масляных выключателей разъединителями может иметь место только тогда, когда на станции устанавливаются генераторы низкого напряжения, для повышения же напряжения предусматриваются трансформаторы.

Анкетное обследование существующих сельских установок Ц. С. У., которым мы пользуемся, освещает лишь вопрос о применяемых в них типах первичных двигателей, роде тока и напряжении. Сведений же о состоянии оборудования наших сельских установок в указанных материалах не содержится. Однако, есть основания думать, что в очень большом числе сельских установок Союза оборудование находится в таком же неудовлетворительном состоянии, в каком оказалось, по данным обследования [1]) командированных специалистов, в сельских установках Ленинградской и Новгородской губерний.

В очень многих случаях обнаруживается полное несоответствие мощностей генераторов и первичных двигателей, даже если принять во внимание комбинированное обслуживание первичными двигателями генераторов и имеющихся при станции промышленных предприятий. Напряжение, развиваемое генераторами, часто не соответствует их нормальному напряжению: генераторы на 230—240 V работают при напряжении 115—120 V. Имеют место случаи, когда сеть настолько неудовлетворительна, что для поддержания у абонентов напряжения более или менее близкого к нормальному напряжению в 110 V, на станции поддерживается напряжение 150—160 V Чередующийся при этом перекал и недокал ламп — явление, постоянно наблюдающееся, причем перекал достигает нередко таких пределов, при которых лампы перегорают.

---

[1]) Выполненного в 25—26 г. Акц. О-вом „Электропомощь“ по поручению Ленинградского и Новгородского Губисполкомов.

Счетчики на электрических станциях, как правило, отсутствуют, имеющиеся же измерительные приборы (также как все, обычно примитивное, распределительное устройство) находятся в запущенном, неудовлетворительном состоянии. Предохранители, часто отсутствующие у абонентов и в сети, отсутствуют или находятся в неудовлетворительном состоянии также и на многих станциях. Плавкие вставки в них заменены безграмотно выбранными кусками проводов, сечение которых, в некоторых случаях, не меньше, чем сечение отходящих от станции фидеров.

Сказанное выше рисует картину катастрофически плохого состояния многих существующих у нас сельских установок, являющегося следствием стихийных условий их возникновения и отсутствия технического надзора при эксплоатации.

### 3. Сети сельских установок.

С характерными особенностями сельского электроснабжения связана большая протяженность сетей и малое, по сравнению с условиями снабжения городов, использование их. Использование сетей может быть охарактеризовано количеством абонентов и количеством отпускаемых киловатт-часов на 1 km длины сети. Указанные факторы зависят от плотности населения и способов его расселения (фермерское и хуторное, крупно или мелко поселковое расселение). При фермерском расселении, например в Северо-Американских Соединенных Штатах, количество абонентов (ферм) не превышает в некоторых случаях 4—5 на 1 km сети. Даже при относительно развитом применении электрической энергии на фермах, такое малое их количество на 1 km создает условия, не благоприятствующие рентабельности эксплоатации сельских сетей, и заставляет применять особую систему тарификации энергии, при которой расходы по сооружению линий, относимые на абонентов, включаются в тариф на энергию. По данным Matthews'a [1]) на 1 km сельских сетей в Англии приходится от 6 250 до 10 400 kwh, если энергия потребляется абонентами для освещения, молотьбы и нагревательных приборов в домашнем быту и в хозяйстве. При наличии потребления энергии, кроме перечисленного, также для

[1]) The Journal of the Institution of Electrical Enginers, 1925 г. стр., 801—812

электропахоты, указанные цифры могут достигать до 21 600—30 000 kWh.

По тем же данным в городах Англии на 1 km сети приходится в среднем 12 500 kWh; следовательно, только при применении энергии для электропахоты, использование сельских сетей может достигнуть и даже превзойти использование городских сетей. Так как электропахота не находит себе в настоящее время широкого применения, то, как правило, использование сельских сетей значительно меньше, чем городских.

Достаточно полных статистических данных о количестве абонентов (дворов) на 1 km наших сельских сетей мы не имеем. Однако, из нижеприводимых цифр, относящихся к установкам в отдельных районах СССР, видно, что при поселковом расселении, которое более распространено у нас, чем хуторное, количество абонентов на 1 km значительно больше, чем выше было указано для сельских местностей С. Ш. А.

По данным о сетях в сельских местностях электрифицированных от станций МОГЭС'а [1]) (82 селения с общим числом дворов 10 380), длина линий на один электрифицированный двор:

| | |
|---|---|
| высокого напряжения . . . . . | 12,6 m. |
| низкого » . . . . . | 19,3 » |

В среднем по шести, работающим в настоящее время в Центральном Промышленном Районе, самостоятельным сельским установкам, снабжающим районы энергией при высоком напряжении, приходится на двор [2]):

| | |
|---|---|
| сетей высокого напряжения . . . | 19,7 m. |
| » низкого » . . . | 33,5 » |

По 14-ти сельским установкам, запроектированным [3]) в Сев. Зап. Области, на 1 двор приходится в среднем:

| | |
|---|---|
| сетей высокого напряжения . . . | 32,1 m. |
| » низкого » . . . | 21,7 » |

Как видно, использование сетей высокого напряжения в районах, снабжаемых от линий передач МОГЭС'а, в смысле количества

[1]) Журн. «Электрификация» 1926 г. № 12, стр. 19—21.

[2]) По данным Московского Губэлектротехника и Сельскосоюза».

[3]) Акц. О-во «Электропомощь».

обслуживаемых дворов на 1 km линии, больше, чем в самостоятельных сельских установках. В первых на 1 km приходится около 80 дворов, в последних—30—50 дворов.

Если принять в среднем годовое потребление энергии 100 kWh на двор, то в первом случае на 1 km линии высокого напряжения приходится 8 000 kWh, во втором случае 3 000—5 000 kWh. В то время, как величина последних цифр находится в пределах наиболее вероятных средних значений для наших условий, первая (8 000 kWh на 1 km) представляется несколько преувеличенной и не характерной. К сожалению отсутствие достаточных статистических данных не позволяет с большой определенностью подойти к выяснению рассматриваемого вопроса так же как и многих других, весьма существенных, вопросов нашего сельского электроснабжения.

Большие затраты на сооружение и малое использование сетей в сельских установках заставляет обращать особое внимание на их удешевление. Стремление к удешевлению сетей находит в заграничной практике электроснабжения отражение в уже отмеченных случаях применения однофазных систем распределения энергии с использованием земли в качестве одного из проводов.

С целью удешевления сетей за границей обращено большое внимание на стандартизацию сетевого оборудования в частности—трансформаторных подстанций, и на применение проводов из наиболее дешевых материалов. В качестве таковых в практике сельской электрификации почти всех стран применялись железные провода. Достигаемая при этом экономия зависит от соотношения стоимости железных оцинкованных проводов и проводов из других материалов (медь, алюминий, бронза), далеко не одинакового в различных странах и меняющегося с течением времени. Особенно большое преимущество на стороне железных проводов было в военные годы. Этим объясняется, что на годы войны и приходится наибольшее количество сетей в сельских установках, выполненных железными проводами. После войны в литературе появились указания на то, что, при изменившихся к этому времени условиях, экономия достигаемая применением железных проводов уже не окупает ухудшенных их свойств по сравнению с медными и алюминиевыми проводами. Вследствие этого уменьшилось применение железных проводов и даже в некоторых существующих

сетях они были заменены медными. Известно, что железные провода обладают значительно меньшей проводимостью, чем медные. По вопросу же о сроке службы их, указания практики расходятся. Это расхождение может быть объяснено зависимостью быстроты износа железных проводов от качеств оцинковки и от внешних воздействий, например, от воздействия дымовых газов. При существующих у нас в настоящее время ценах на медные и железные оцинкованные провода, применение последних в сельских сетях оказывается безусловно выгодным.

Влияние уменьшения стоимости проводов на общую стоимость сельских сетей сказывается в наших условиях тем сильнее, что затраты на столбы и на неквалифицированную рабочую силу при монтаже линий могут быть в значительной степени отнесены на местное население. Подсчеты показывают [1]), что 1 km трех фазной линии высокого напряжения 6 000 V, стоимость коей в случае применения медных проводов наименьшего допустимого, с точки зрения механической прочности, сечения в 10 $mm^2$ составляет 975 рубл., обходится при железных проводах, расчитанных на передачу такой же мощности, в 595 рубл. Экономия составляет 39%.

При этом потери энергии в железных проводах, хотя и больше, чем в медных, но в обоих случаях в процентном отношении не выходят из общепринятых пределов.

Применение железных проводов вошло в практику нашего сельского и мелкого городского электростроительства лишь в последние годы, поэтому нет еще достаточных данных для того, чтобы судить об их долговечности. Однако статистика износа железных оцинкованных проводов, обслуживающих линии связи железных дорог [2]), показывает, что они могут сохраняться здесь во всяком случае не менее, чем в течение 20 лет. Указание той же статистики на значительное влияние, которое оказывают на износ железных проводов дымовые газы паровозов, позволяют думать, что в применении к сельским сетям, т.-е. в условиях отсутствия влияния дымовых газов, срок службы железных проводов с доброкачественной оцинковкой будет больше 20 лет. Некоторым затруднением в применении железных проводов оказывается недостаточная

---

[1]) См. «Электричество» за 1927 г. № 3.

[2]) См. статью инж. Бургучева в «Электричестве» 1926 г. № 6.

исследованность характеристик наших рыночных сортов проводов, знание коих необходимо для правильного электрического расчета их при переменном токе. Следует принять меры к тому, чтобы, путем соответствующих исследований, затруднение это устранить.

Существенное уменьшение стоимости сельских сетей может быть достигнуто путем упрощения устройства трансформаторных подстанций закрытого и открытого (на столбах) типа.

Аппаратура трансформаторных подстанций мощностей до 10—15 kVA (наиболее распространенных в сельских установках) может быть сведена к минимуму: плавкие предохранители-разъединители на стороне высокого напряжения и рубящие выключатели с плавкими предохранителями на стороне низкого напряжения. Защита трансформаторных подстанций от перенапряжений может быть ограничена усиленной изоляцией первых витков трансформаторов.

Сильно удорожающим сети высокого напряжения и недостаточно обоснованным требованием действующих в настоящее время правия и норм является требование о заземлении всех металлических частей на деревянных опорах. Отмена этого требования, в интересах удешевления сельских сетей и не в ущерб их безопасности, весьма желательна. Что касается облегчения других требований норм, в частности норм механического расчета проводов и деревянных опор, то существенного результата в смысле удешевления сетей оно бы не достигло, вместе с тем могло бы явиться причиной увеличения числа аварий и несчастных случаев.

### 4. Эксплоатация сельских установок.

В начале доклада было отмечено, что многие построенные у нас сельские электрические установки оказались в настолько тяжелых условиях эксплоатации, что вынуждены были прекратить работу.

Вообще трудные условия эксплоатации мелких электрических установок усугубляются в отношении сельских установок некоторыми, свойственными именно им, особенностями. К числу этих особенностей, как известно, относятся: малое использование станций, вследствие особых свойств сельских потребителей энергии, невыгодность графиков сельско-хозяйственной нагрузки, большие годовые потери в трансформаторах и некоторые другие. В нашей практике на эти общие, неблагоприятствующие рентабельности

сельских станций, условия накладываются еще следующие: высокие первоначальные затраты по сооружению установок, тяжелые условия финансирования и отсутствие надлежащего руководства эксплоатацией в техническом и хозяйственном отношениях.

По данным о наших существующих сельских установках трудно составить представление о их стоимости отнесенной на 1 kW. установленный на станции, или на один двор. Объясняется это тем, что применяемые способы оценки сооружения весьма различны: по довоенной стоимости со скидкой на изношенность, по довоенной стоимости с учетом различных поправочных коэффициентов, по современным ценам и, наконец, по специальным оценкам комиссий.

Так, по материалам, представленным Организационному Комитету съезда различными организациями [1]), стоимость существующих установок, отнесенная на 1 kW, установленный на станции, колеблется в чрезвычайно широких пределах: от 260 рубл., до 2 940 рубл. и соответственно на 1 электрифицированный двор: от 59,5 рубл. до 646 рубл. (без оборудования у потребителей). Пределы настолько широки, что объяснить их можно, повидимому, только вышеотмеченным разнообразием способов оценки сооружения. В этом отношении более выдержанными являются цифры, взятые по запроектированным сельским установкам, т. к. в основу их положены определенные расценки современных прейскурантов. К сожалению в представленных материалах имеются лишь данные по установкам (в количестве 14-ти), запроектированным [2]) в Сев.-Зап. Области.

В таблице № 1 приведена стоимость этих установок (в червонных рублях на 1 kW установленный на станции, в таблице же № 2 на один электрифицированный двор.

Цифры в таблицах относятся, как уже указано, к сельским установкам, запроектированным в Сев.З-ап. Области, для которой характерными являются установки мощностью в пределах от 60 до 90 kW. Исходя из того, что первоначальные затраты на 1 kW установленный на станции, как общее правило, уменьшается с увеличением мощности установки, следует считать, что в районах, для

---

[1]) Акц. О-во «Электроэксплоатация», «Сельскосоюз», Упр. Московского Губэктротехника.

[2]) Акц. О-во «Электропомощь».

ТАБЛИЦА № 1.

| | Станция. Рубли. | Сеть. Рубли. | Оборудование у потребит. Рубли. | Всего. Рубли. |
|---|---|---|---|---|
| От . . . . . | 550 | 275 | 275 | 1 100 |
| До . . . . . | 1 180 | 850 | 490 | 2 520 |
| Средн. . . . . | 808 | 624 | 383 | 1 815 |

ТАБЛИЦА № 2.

| | Станция. Рубли. | Сеть. Рубли. | Оборудование у потребит. Рубли. | Всего. Рубли. |
|---|---|---|---|---|
| От . . . . . | 40 | 39 | 25 | 104 |
| До . . . . . | 96 | 68 | 40 | 204 |
| Средн. . . . . | 72 | 55 | 34 | 161 |

которых характерны установки большей мощности, например на Украине, стоимость их на 1 kW и на 1 двор будет меньше. В этом же направлении должно сказаться некоторое уменьшение первоначальных затрат на сеть в районах крупно-поселкового расселения (Юг СССР) по сравнению с районами мелко-поселкового расселения, к числу которых принадлежит Сев.-Зап. Область. Однако следует считать, что даже в наиболее благоприятных условиях, при современной стоимости оборудования и строительных материалов, первоначальные затраты в сельских установках на 1 двор не будут меньше, в среднем, 120 рублей. Но и эта цифра должна быть признана высокой, особенно если принять во внимание, что коэффициент использования сельских установок, как ниже будет показано, весьма невелик.

Для суждения о малом использовании в сельских установках вложенного капитала и о влиянии больших первоначальных затрат на стоимость энергии, весьма показательной является цифра количества полезно-отпускаемых в течение года киловатт-часов, приходящаяся на один рубль первоначальных затрат.

По данным тех же установок, к которым относятся таблицы №№ 1 и 2, количество киловатт-часов на 1 рубль первоначальных затрат

колеблется в пределах от 0,67 до 1,32 и составляет в среднем 1 kWh. Опять предполагая, что в условиях более благоприятных чем в Сев.-Зап. Области цифра эта может достигнуть большей величины, все же следует ожидать, что она будет находиться в пределах от 1 до 1,5 kWh в год, на рубль вложенного капитала. Отсюда непосредственно вытекает, что при имеющих место в настоящее время условиях кредитования сельской электрификации на срок до 10 лет из 6% годовых, одна только составляющая стоимости 1 kWh по погашению капитала (принимая около 13,5% сложных) составит в среднем от 9 до 13,5 коп. Общие же расходы на 1 kWh, связанные с первоначальными затратами, т. е. косвенные расходы, должны составлять (принимая отчисления на амортизацию в 4%) от 11,6 до 17,5 коп. Естественно, что при такой большой составляющей стоимости kWh по косвенным расходам, отчисления на амортизацию в период погашения заемного капитала обычно не учитываются. Также естественным становится требование, выдвигаемое в настоящее время при кредитовании сельского электростроительства, чтобы в общей сумме требующихся затрат местные средства составляли бы не менее 30%. Считается допустимым эти местные средства или не погашать вовсе, или погашать после возврата банковской ссуды.

В этом случае, очевидно, косвенные расходы на 1 kWh могут быть сведены, примерно, до пределов 6,3 — 9,4 коп. Оценивая эти ориентировочно подсчитанные цифры, следует констатировать, — во первых, что они все же тяжело ложатся на себестоимость энергии и — во вторых, что принятое при их исчислении отнесение 30% первоначальных затрат на местные средства (т. е., главным образом, на местное население) является дополнительным обложением сельских потребителей энергии, от которого городские потребители обычно освобождены.

Большие первоначальные затраты и малое использование вложенного капитала свойственны сельским установкам не только у нас но и за границей. Ниже приводятся довоенные статистические цифры [1]) по 20-ти электрическим установкам в Германии, разделенным на следующие 3 группы:

---

[1]) Reissen «Elektrische Energieversorgung ländlisechcr Bezierke».

1-ая группа — с преимущественно промышленной и городской нагрузкой, 2-ая со смешанной, промышленной городской и сельской нагрузкой и 3-яя — с преимущественно сельской нагрузкой. Данные о стоимости установок в марках на 1 kWh, установленный на станции и количество киловатт-часов, полезно-отпускаемых в год на одну марку строительного капитала, по указанным трем группам станций сведены в таблицу № 3.

ТАБЛИЦА 3

| Группы станций. | Стоимость 1 kW в марках. | Киловатт-часов в год на 1 марку. |
|---|---|---|
| 1-я группа | 900 | 2,21 |
| 2-я » | 1 325 | 1,19 |
| 3-я » | 2 118 | 0,5 |

Из таблицы видно, насколько в неблагоприятных условиях находятся установки с преимущественно сельско-хозяйственной нагрузкой.

Относительно коэффициента использования существующих у нас в настоящее время сельских установок по имеющимся материалам можно составить лишь только ориентировочное представление.

Объясняется это недостаточным эксплоатационным учетом установок. В таблице № 4 сведены данные по материалам, представленным Орг. Комитету Съезда [1]) о коэффициенте использования установленной на станции мощности восьми чисто сельских станций, работающих в Цеитрально-Промышленном Районе, и по 14-ти установкам, запроектированным в Сев.-Зап. Области. При сравнении цифр видно, что коэффициент использования существующих установок значительно меньше ожидаемого коэффициента использования в запроектированных установках. Это может быть до некоторой степени объяснено несколько преувеличенным оптимизмом проектных предположений, но, главным образом тем, что в существующих установках использование станций ненормально

[1]) Акц. О-вом «Электроэксплоатация», «Сельскосоюзом» и Московским Губернским Электротехником.

мало, в силу ряда привходящих обстоятельств, например: неполная нагрузка, вследствие отсутствия оборотных средств мелкопромышленных предприятий, являющихся абонентами станции, отключение осветительных абонентов за невзнос платы и, наконец, преувеличенная мощность установки, которая не соответствует потребностям снабжаемого района.

В докладе о характерных особенностях сельских потребителей энергии указано, что в наших условиях, при преимущественно общественном использовании электродвигательного оборудования и при наличии ряда обстоятельств, влияющих на увеличение числа часов использования в году присоединенной мощности для освещения, коэффициент использования, всей присоединенной к сети, мощности должен быть больше, чем в условиях сельского электроснабжения за границей. Из этого исходя следует ожидать, что при нормальных условиях эксплоатации наших сельских устанций, коэффициент использования их должен быть во всяком случае не ниже наблюдающегося за границей (см. таблицу № 4 германские данные) [1]). Для сравнения в таблице приведены коэффициент использования городских электрических станций в СССР [2]) и в Германии [3]):

При том большом значении, которое имеет составляющая косвенных расходов в стоимости энергии сельских установок, увеличение коэффициента использования их особенно существенно. Именно поэтому, в практике сельской электрификации за границей, обращено большое внимание на улучшение графиков нагрузки, на увеличение потребления энергии для нагревательных целей и на увеличение числа часов использования установленной у абонентов мощности, т. е. на все те факторы, которые могут улучшить использование снабжающих сельские районы установок. Поскольку в наших условиях нельзя расчитывать на значительное, в ближайшем будущем, развитие, применений энергии в сельских местностях для нагревательных целей, так же как нельзя расчитывать на значительное увеличение потребления энергии для силовых целей в крестьянском хозяйстве, как таковом, следует притти

---

[1]) по статистике 34 с.-х. электрич. станц. за 1920—21 г.: E. T Z. 1923 г стр. 633.

[2]) Главэлектро «Статистика электрических станций в СССР» 1927 г.

[3]) «Elektrische Krafrbetrieb und Bahnen» 1922 г. стр. 210—212.

ТАБЛИЦА 4

| | | коэфф. использов. в °/₀°/₀ с. |
|---|---|---|
| 1 | 8 с.-х. установок в Центр. Пром. Районе от . . . . . | 5,6 |
| | до . . . . . | 18 |
| | в средн. . . . . | 9,9 |
| 2 | 14 с.-х. установок, запроектированных в Сев.-Зап. Области от . . . . . | 13 |
| | до . . . . . | 26 |
| | в средн. . . . . | 20,1 |
| 3 | 34 с.-х. установки в Германии от . . . . . | 19,6 |
| | до . . . . . | 24,4 |
| | в средн. . . . . | 22 |
| 4 | Городские электростанц в Германии мощностью до 1000 kW — средн. . . . . | 23 |
| 5 | Городские электрическия станции в СССР мощн. до 50 kW средн. . . . . | 15,1 |
| | » от 51 до 250 kW » . . . . | 15,7 |
| | » от 250 до 1000 » » . . . | 18 |

к заключению, что в интересах увеличения использования сельских установок должно быть обращено особое внимание на комбинирование чисто сельско-хозяйственной нагрузки (включая освещение) с нагрузкой мелко-промышленных предприятий. Надо также обратить внимание на необходимость осторожного подхода к выбору мощности станций, дабы преувеличенным, несоответствующим действительным потребностям района, выбором мошности не уменьшить их использования.

В прямых эксплоатационных расходах наших сельских станций расходы на обслуживающий персонал и на администрацию составляют весьма большую часть (до 40—50°/₀ прямых расходов). Во многих случаях большие расходы на персонал объясняются несоответствием обслуживающего и особенно административного состава действительным потребностям установки и ее масштабу.

Расходы на обслуживающий персонал составляют большую долю себестоимости энергии сельских станций еще потому, что

многие из них работают не круглый год. В тех установках, где нагрузка преимущественно осветительная и силовых потребителей, пользующихся энергией в летние месяцы, мало, станции прекращают летом свою работу.

По статистике 435-ти сельских установок, по которым удалось получить сведения о режиме работы [1]), лишь 34,3% установок работают круглый год, остальные работают с перерывами, а именно:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 | месяцев | в году | работают | — 4,4% | установок |
| 10 | » | » | » | — 13,3% | » |
| 9 | » | » | » | — 9,9% | » |
| 8 | » | » | » | — 14,5% | » |
| 6—8 | » | » | » | — 17,7% | » |
| меньше 6-ти | » | » | » | — 5,9% | » |

При летних перерывах в работе, расходы на обслуживание могут быть сокращены, если персонал станции состоит из местных крестьян, получивших достаточную подготовку для ее обслуживания, но не порвавших связи со своим хозяйством. Этот персонал может быть на лето освобожден без риска потерять его к моменту возобновления работы станции.

Подготовка персонала для обслуживания сельских станций из среды крестьянского населения электрифицируемых районов является неотложной задачей, т. к., известно, что неудачная эксплоатация многих установок связана с отсутствием в обслуживающем их персонале лиц, обладающих необходимой для этого квалификацией. Для сельских установок должен создаваться персонал средней квалификации, подготовленный одновременно для обслуживания как механической, так и электрической части их оборудования. Вместе с тем он должен быть сведущ в тех вопросах хозяйственного порядка, с которыми приходится сталкиваться при руководстве эксплоатацией станций.

Задача постановки обслуживания сельских установок на должную высоту не может, разумеется, ограничиваться подготовкой для них технического персонала средней квалификации. Все сельские установки должны быть подвергнуты надзору лиц с высше-инженерной подготовкой. Так как содержание персонала высшей квалификации

---

[1]) По докладу Сельскосоюза съезду электростроительных организаций в феврале 1927 года.

для большинства сельских установок непосильно, необходимо создать объединенный надзор инженеров-специалистов за группой станций в пределах в первое время хотя бы губерний.

Отсутствие наложенной отчетности и правильной калькуляции в существующих сельских установках не дает возможности (в подавляющем большинстве случаев) выяснить фактическую себестоимость отпускаемых ими энергий.

Обследованием Ц.С.У. удалось собрать только данные о тарифах, применяемых сельскими установками для оптовых осветительных абонентов.

В %% от числа установок месячные ставки тарифов, для лампочек не свыше 25 свечей, распределяются следующим образом:

| | |
|---|---|
| свыше 2 р. 50 к. | — 0,3% |
| от 2 р. 50 к. до 1 » 50 » | — 4,0% |
| » 1 » 50 » » 1 » 00 » | — 11,8% |
| » 1 » 00 » » 75 » | — 26,2% |
| » 75 » » » 50 » | — 24,2% |
| » 50 » » » 20 » | — 15,1% |
| ниже 20 копеек . . . . | — 1,4% |
| бесплатно . . . . . | — 17,0% |
| | 100% |

Из таблицы видно, что только около 16% всех установок применяют тарифы свыше 1 р. в месяц, наиболее же распространен тариф в пределах от 50 к. до 1 рубля (50% от общего числа установок). Следует иметь в виду, что в большинстве случаев тарифы не находятся в соответствии с фактической себестоимостью энергии, поэтому судить о последней по ставкам тарифов не представляется возможным. Есть основания думать, что многие сельские установки, отпускающие энергию по указанным выше тарифам, не в состоянии покрыть расходную часть своих эксплоатационных смет, если бы последние были составлены с учетом всего того, что должно быть учтено при правильной калькуляции себестоимости энергии (амортизация, погашение капитала и т. п.).

В настоящем докладе сделана попытка затронуть некоторые вопросы, касающиеся эксплоатации наших сельских установок, в тех весьма ограниченных пределах, которые пришлось установить в соответствии с имевшимися в распоряжении материалами.

В заключении доклада следует высказать пожелание, чтобы те органы, которые призваны руководить сельской электрификацией, приняли все меры к скорейшей организации учета эксплоатации существующих установок в той мере, как это необходимо для того, чтобы не только констатировать наличие постигшей большинство из них болезни, но и, путем анализа эксплоатационных данных, установить методы ее лечения.

---

**Цена — 70 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центроиздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.558. Тираж 1.700 экз. 3½ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инженера Н. Н. Щедрина.*

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ У СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.

Настоящий доклад заключает в себе попытку наметить и осветить важнейшие вопросы, связанные с электрическими установками в сельском хозяйстве.

Обширная литература по электрификации сельского хозяйства за границей и в СССР за последние годы позволяет с уверенностью сказать, что электротехника вполне прочно входит в обиход сельского хозяйства, причем заграничная электротехническая промышленность дает много примеров хорошей приспособленности к нуждам сельского хозяйства. Этого нельзя еще сказать про электротехническую промышленность СССР, и отсюда возникает вопрос о тех путях, по которым последней предстоит итти к созданию продукции, соответствующей потребностям нашего сельского хозяйства.

Для освещения этого вопроса следует обратиться с одной стороны к рассмотрению специфических условий сельского хозяйства связанных с эксплоатацией электрических установок, с другой — к рассмотрению достижений иностранной техники по части конструкций отдельных элементов этих установок, каковые конструкции преследуют цель удовлетворения упомятым специфическим условиям сельского хозяйства.

Однако, предварительно необходимо отметить, что в настоящий момент сфера применения электричества в сельском хозяйстве для СССР более ограничена, чем для стран с высокой технической культурой и развитой промышленностью, главным же образом—для стран с высоким экономическим уровнем сельского населения. Это ясно из нижеследующего обзора применений электричества в сельском хозяйстве.

## 1. Обзор применения электротехники в сельском хозяйстве.

Классификация применений электротехники в сельскомом хозяйстве может быть проводима под разными углами зрения. Однако, прежде всего, эти применения распадаются на следующие естественные группы.

1) Электромеханизация первичных с.-х. работ.

2) Электрификация ближайших к сельскому хозяйству производств по первичной переработке с.-х. продуктов.

3) Электричество в домашнем и общем обиходе сельского населения.

4) Электрификация вспомогательной с.-х. промышленности (животноводство, плодоводство и проч.)...

5) Электрификация вспомогательных индустриально-технических производств (обработка дерева, металла и проч..)

6) Электрическая связь.

С точки зрения электротехники, как таковой, мы и в сельском хозяйстве, конечно, встречаемся с теми же элементами, как и в обиходе и промышленности городов:

Электродвигатель—источник света—нагревательный прибор.

В будущем не исключена, впрочем, возможность более или менее широкого применения электричества для специальных агрономических целей,—как напр. стимуляция растений.

Каждой из вышеперечисленных групп соответствует весьма большое число отдельных работ и операций, кои могут быть электрифицированы и общее число коих чрезвычайно велико. Известный деятель в области электрификации сельского хозяйства R. B. Matthews насчитывает их свыше 200 (1) [1]).

Мы думаем, что их может быть еще больше, если не ставить никаких ограничений, ибо все группы вышеуказанного перечня, начиная со второй по содержанию, могут быть чрезвычайно разнообразны в зависимости от местных условий—в 1-ю очередь, от с.-х. флоры и фауны. На практике в отдельных хозяйствах, однако, можно встретиться лишь с небольшим, сравнительно, числом операций, производимых при помощи электричества: 25—35. На ферме Matthews'a (в East Grinstead) имеющей 600 акров земли, электричество выполняет 67 операций.

---

[1]) Цифры, поставленные в тексте в скобках, означают №№ примечаний, собранных в конце текста.

В нижеследующей классификации приведены главнейшие операции и машины по сельскому хозяйству и примыкающим к нему производствам, могущие быть объектом электрификации.

1. Электрификация первичных сельско-хозяйственных работ:
   а) обработка и улучшение почвы; плуги, фрезы, бороны, культиваторы, насосы орошения и осушения;
   б) удобрение и посев: сеялки, мельницы для удобрений, машины для разбрасывания удобрений;
   в) уборка урожая: жатки, подъемные и транспортные приспособления, картофелекопалки;
   г) первичная обработка хлебных злаков: молотилки, веялки, сортировки, триеры, прессы для соломы и сена;
   д) приготовление корма и уход за скотом: соломорезки, корнерезки, жмыходробилки, гущемешалки, кормотушилки, картофеледавилки, электросилосы, машинки для чистки и стрижки скота, насосы для навозной жижи, доильные машины.

2. Электрификация производств по первичной переработке сельско-хозяйственных продуктов (2):
   а) мукомольное производство: мельницы—жернова, вальцы, круподерки, перловки;
   б) переработка молочных продуктов: сепараторы, маслобойки, насосы, обжимы (прессы), холодильники, нагреватели, полоскательные машины, купоры для бутылок, давилки для творога:
   в) обработка льна: трепальные машины.
   г) обработка шерсти: шерсточесальные машины, сукновалки.
   д) крахмальное производство: картофелетерочные машины; насосы;
   е) производство растительного масла: зернодробилки, прессы, насосы.

3. Электричество в домашнем и общем обиходе:
   а) электрическое освещение;
   б) насосы водоснабжения;
   в) дровяные пилы;
   г) стиральные машины;
   е) нагревательные приборы (плиты и котлы).

4. Электрификация вспомогательной сельско-хозяйственной промышленности:
   а) птицеводство: инкубаторы, освещение курятников (3);
   б) животноводство: (см. п. 1, д.);
   в) пчеловодство: медогонки (4);
   г) садоводство, плодоводство и огородничество: фрезы, машины для стрижки травы, насосы, сушилки для фруктов и овощей.

5. Электрификация вспомогательных индустриально-технических производств:
   а) торфодобывание: прессы, насосы, экскаваторы, элеваторы;
   б) кирпичное производство: глиномялки, прессы.
   в) деревообделочное производство.: гонторезные и щеподральные станки, пилы;
   г) ремонтные мастерские: токарные и сверлильные станки, вентиляторы для горнов, точильные камни.

6. Электрическая связь: телефон, радио, дистанционные указатели температуры, противопожарная и охранная сигнализации: сирены, звонки.

Вышеприведенный список придется значительно пополнить, как только мы перейдем от умеренного пояса, которому он соответствует, в страны более южные и тропические. Наряду с пшеницей и рожью выступит здесь маис, рис, кукуруза; вместо льна и конопли, придется поставить хлопок. При переходе в страны жаркого климата, в особенности сильно меняется характер вспомогательных с.-х. производств и с.-х. промышленности; сельское хозяйство местами сплошь принимает характер плантаций. Легко себе представить, в какой мере должны отличаться электрические установки для этих хозяйств от таковых-же у русского крестьянина. В виду невозможности в пределах настоящего доклада охватить все это чрезвычайное разнообразие условий, мы должны придерживаться определенных рамок, именно тех, кои в наибольшей степени соответствуют условиям средней полосы СССР.

Последние, в общем, сходны с условиями всех культурных стран умеренного пояса—Европы и Америки—если говорить только об условиях флоры и фауны.

В этих странах мы можем найти электрифицированными почти все операции и машины, указанные в вышеприведенном списке.

Однако, нельзя сказать, что электрификация каждой из этих операций технически одинаково выполнима и экономически одинаково рентабельна.

К сожалению, наибольшую трудность для электрификации представляют как раз те работы, которые имеют для сельском хозяйстве наибольшее значение, а именно, работы по обработке почвы.

Вопрос об электропахоте настолько важен и труден, что заслуживает отдельного доклада. Во всяком случае рассмотрение его не укладывается в рамки настоящего. Мы не могли взять на себя смелость в нескольких строках изложить сущность этого вопроса, а потому предпочли в дальнейшем вовсе исключить его из рассмотрения, тем более что электропахота в СССР после неудачных опытов Электросельстроя и вследствие триумфа трактора—как будто потеряла все симпатии.

Будет ли правильным, однако, считать электрический плуг окончательно погребенным?

На этот вопрос следует ответить отрицательно.

Очень жаль, что Электросельстрой до сих пор не опубликовал подробно о своих опытах. Впрочем заранее можем сказать, что эти опыты не могут служить решающим аргументом против электропахоты, т. к., с одной стороны, некоторые из них можно считать с положительным результатом (5), с другой стороны, средства коими оперировал Электросельстрой, не являются образцом технического совершенства и технической новизны.

Необходимо отметить, что электропахота продолжает привлекать внимание на Западе, причем попытки конструирования новых электрических плугов продолжаются (6).

С большой вероятностью можно сказать, что с развитием крупной электрификации электрический плуг и у нас, может быть в большей мере, чем где-бы то ни было, будет играть роль.

Не только пахота, но и вообще полевые работы, как напр., уборка урожая, с большим трудом поддаются электромеханизации. Экономические трудности здесь настолько велики, что сейчас эту область применений электричества приходится оставлять пока без внимания.

Эти трудности особенно велики для крестьянского хозяйства, т. к. с одной стороны подобная электромеханизация требует больших первоначальных затрат, с другой—она имеет целью освобо-

дить рабочие руки в такой мере, в какой они не могут быть использованы сейчас в области производства или интенсифицированного хозяйства.

Если вполне очевидно, что электрификация деревни полезна, то забегание всякой механизации деревни вперед против темпа внедрения в нее интенсифицированного хозяйства и производств по переработке с.-х. продуктов, не может быть признано явлением вполне здоровым и желательным.

В последнее время, кажется, такой взгляд становится преобладающим среди лиц и организаций, работающих в области электрификации с.-х. Отсюда возникла известная идея сельско-хозяйственных электрифицированных промышленных комбинатов.

Наша задача, однако, состоит в рассмотрении электрических установок, обслуживающих нужды всякого, хотя-бы не реорганизованного хозяйства, т. е. установок, обслуживающих первичные потребности с.-х.

Поэтому, принимая во внимание необходимость устранения упомянутой несогласованности темпа механизации с темпом развития с.-х. промышленности, мы должны число операций, выполняемых электричеством, свести до минимума, вызываемого действительной потребностью, того минимума, на который охотно пойдет деревня и который экономически может быть вполне оправдан.

Однако, сельское хозяйство проявляется у нас в различных формах, для которых упомянутый минимум не одинаков.

Приходится делать в этом отношении различие между крупными совхозами, крестьянско-деревенским и крестьянско-хуторским хозяйствами.

Совхозы строят свое хозяйство на коммерческом принципе, а потому проведение здесь всякой, сколь угодно далеко идущей механизации, не может вызвать возражений, лишь бы эта механизация была коммерчески обоснова, т. е. рентабельна.

Крестьянско-деревенское хозяйство, отрубное или чересполосное, в своем настоящем состоянии как уже упомянуто, заключает большие экономические препятствия к проведению механизации основных с.-х. работ.

Еще большие трудности, пожалуй, представляет для проведения электрификации крестьянско-хуторское хозяйство, т. к. здесь, с одной стороны, выдвигается на первый план высокая стоимость

распределения энергии между отдельными хуторами, с другой стороны—хуторские хозяйства, взятые в отдельности, экономически не столь сильны, как например, американские фермерские хозяйства, а потому для отдельных хуторов приобретение нужного для электромеханизации оборудования едва ли под силу, между тем и коллективное пользование таковым при разбросанности хуторов возможно не всегда и лишь для небольшого числа с.-х. операций (молотьба,помол).

Мы можем, таким образом, сказать, что для СССР главным образом в совхозах «электрификация сельского хозяйства» в состоянии проявиться в тех же формах и в тех же пределах, что и в передовых странах Европы и Америки; однако, для этого необходимы все же особо благоприятные условия—в первую очередь дешевая энергия и дешевое оборудование, т. к. дешевизна рабочих рук в сельском хозяйстве, вследствие экономической слабости крестьянского хозяйства, — далеко не всегда оставляет возможность рентабельного проведения электромеханизации, в особенности для полевых работ.

Нижеследующая таблица (см. стр. 8) содержит предполагаемые на основании изложенных общих соображений пределы применения электричества для упомянутых трех форм сельского хозяйства применительно к современному состоянию такового в СССР. Допущение полной вероятности или отсутствия таковой для электрификации той или иной работы обозначено соответственно через + и —.

## Специфические особенности применения электрических установок в сельском хозяйстве вообще и для С. С. С. Р. в частности

Выше мы показали, насколько разнообразны могут быть применения электричества в сельском хозяйстве. Каждая из вышеперечисленных операций требует устройства особой „электрической установки“, элементами которой являются подводящие энергию провода, вводы, предохранители, выключатели и наконец, приемники, дающие нам требуемый механический, световой или тепловой эффект.

Рассматривая всю область возможных применений электричества для целей сельского хозяйства, мы констатируем, что некоторые из них сами по себе не обуславливают никаких особен-

| | Тип хозяйства / Наименование работ и машин | Совхоз. | Деревня. | Хутор. | Примечание. |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Обработка и улучшение почвы. | | | | (1) в засушливых район. |
| | фреза . . . . . | + | — | — | |
| | насосы орошения . . . . . | (+) | (+)(1) | — | |
| II | Удобрение и посев. | | | | |
| | мельницы для искусственн. удобрен. | + | — | — | |
| III | Уборка урожая. | | | | |
| | сеноподъемники . . . . . | + | — | — | |
| IV | Первичная обработка хлебных злаков. | | | | |
| | молотилки . . . . . | + | + | — | |
| | веялки . . . . . | + | + | +(2) | (2) при коллективн. владении. |
| | сортировки . . . . . | + | + | + | |
| | триеры . . . . . | + | + | + | |
| | прессы для соломы и сена . . . | +(3) | — | — | (3) в больших промышленных совхозах. |
| V | Приготовлении корма и уход за скотом. | | | | |
| | соломорезки . . . . . | + | + | — | |
| | корнерезки . . . . . | + | — | — | |
| | картофеледавилки . . . . . | + | — | — | |
| | доильные машины . . . . . | +(4) | — | — | (4) в молочных фермах. |
| VI | Первичная переработ. с.-х. продуктов. | | | | |
| | мельницы . . . . . | + | + | + | |
| | сепараторы . . . . . | + | + | — | |
| | специальные маш. по перераб. . . | +(5) | +(5) | — | (5) при существ. производствах. |
| VII | Электричество в домашнем и общем обиходе. | | | | |
| | электрич. освещение . . . . . | + | + | — | |
| | насосы водоснабжения . . . . . | + | — | — | |
| | дровяные пилы . . . . . | + | + | — | |
| | стиральные машины . . . . . | + | | — | |
| | нагревательные приборы . . . . | + | — | — | |
| VIII | Вспомогательная с.-х. промышленность. | | | | |
| | инкубаторы . . . . . | + | — | — | |
| IX | Вспомог. индустр. техн. производства. | + | + | — | |
| X | Электрическая связь. | | | | |
| | телефон . . . . . | + | +(6) | — | (6) волостной. |
| | сигнализация . . . . . | + | — | — | |
| | радио . . . . . | + | + | + | |

ностей в соответствующих им электрических установках по сравнению с тем, что можно встретить в установках городских и промышленных; другие, напротив, в своем существе заключают некоторые особенности в отношении условий эксплоатации элементов установки — электродвигателей, ламп, проводов, и т. д.

К первой категории мы можем отнести, например, применение электричества в домашнем обиходе, электрические установки в некоторых сельско-хозяйственных производствах и т. д. Ко второй категории относятся те операции, которые неотъемлемы ни от какого сельского хозяйства и органически входят в его сущность — все операции приведенного в п. 1 перечня, начиная от уборки урожая и операций по переработке с.-х. продуктов.

Первая категория применений не заслуживала бы особого внимания, если-бы вообще не приходилось считаться с общими условиями, отличающими электрификацию сельских местностей от электрификации городов. К этим общим условиям относятся:

1) затруднительность осуществления хорошего надзора за установками;
2) пониженное по сравнению с городами качество жилых и служебных строений;
3) желательность наибольшего удешевления стоимости оборудования;
4) меньшая культурность населения.

Последнее обстоятельство в наших условиях имеет особое значение. Впрочем и другие перечисленные обстоятельства в СССР имеют несравненно большее значение, чем в заграничной электрификации с.-х. Все они приводят к тому, что при прочих равных условиях любая электрическая установка в городе менее опасна в отношении пожаров и несчастий с людьми, чем в деревне или в селе.

Осветительная проводка в крестьянских домах, не отличающихся удобством, простором, высотой потолков и т. д. — находится в условиях далеко неблагоприятных. Поэтому, с точки зрения усиления степени безопасности, было-бы целесообразно применение здесь более высоких норм, что однако, сильно удорожило-бы проводку.

Условия наружной воздушной проводки по деревенским улицам также лишь в редких случаях могут быть названы удовле-

творительными. Улицы в большинстве случаев узки и засажены деревьями, так что возникают затруднения с расстановкою столбов. Если принять во внимание подверженность русской деревни частым пожарам и ту невообразимую неразбериху которой они сопровождаются, то приходится сказать, что в подобной обстановке воздушная проводка, даже при напряжении в 120 V, далеко не безопасна для людей и животных. Вообще, строго говоря, для наружной проводки следовало бы всюду в русской деревне применять подземный кабель. Этому, однако, препятствует высокая стоимость последнего.

Что касается второй категории сельско-хозяйственных применений электричества, то здесь приходится отметить:

а) особые условия эксплоатации электродвигателя.

б) „ „ осветительной и силовой проводки.

Особые условия эксплоатации электродвигателей, обслуживающих молотилки, веялки, триеры, сеноподъемники, прессы для сена, соломорезки, дровяные пилы и т. д. определяются как обстановкой, в которой приходится работать электродвигателям, так и необыкновенно малым коэффициентом использования приводимых ими рабочих машин.

Последнее обстоятельство влечет за собой малый коэффициент использования и для электродвигателей, если таковым снабжена каждая из производственных машин указанного типа. Отсюда, для увеличения коэффициента использования двигателей и, следовательно, для уменьшения стоимости их эксплоатации возникает необходимость применения одного двигателя к приводу нескольких рабочих машин. Этим способом достигается, вместе с тем, и уменьшение первоначальных затрат на электрическое оборудование, что само по себе является обстоятельством крайне желательным.

Стремление применить один и тот же электродвигатель к приводу нескольких машин влечет за собой необходимость, с одной стороны, иметь возможность удобно перемещать его с места на место, с другой — иметь возможность получать от него разные скорости вращения на валах рабочих машин; не менее существенной является также возможность более или менее быстро привести двигатель в соединение с рабочей машиной.

Что касается обстановки, в которой приходится работать электродвигателям, то таковая, вообще, неблагоприятна: в закрытых поме-

щениях двигатели подвержены пыли, на открытом воздухе—действию сырости и вообще атмосферных влияний. Будучи подвержен опасности, вследствие указанных обстоятельств, двигатель, в свою очередь, заключает в себе известную опасность для окружающего имущества, так как в рассматриваемых установках обрабатываемые рабочими машинами продукты принадлежат к числу легко воспламеняющихся и огнеопасных. Неисправность коллекторов, колец, щеток, пусковых реостатов, выключателей, неумелое обращение с приборами, — все это может повлечь образование искр или вольтовых дуг и тем обусловить возникновение пожара от соприкосновения их с сухим сеном или соломой.

К числу особых обстоятельств, сопровождающих эксплоатацию электродвигателей в сельском хозяйстве, необходимо отнести и тот факт, что непосредственное их обслуживание в огромном большинстве случаев поручается необученному или плохо обученному персоналу; в этом таится опасность для людей, имущества и самих электродвигателей.

Наконец, следует отметить неравномерный, пульсирующий характер работы некоторых производственных машин. Типичным примером могут служить дровяные пилы. Это-же явление в резко выраженной форме может быть наблюдаемо и в молотилках при неправильном их обслуживании и при обмолоте очень сырого хлеба. Оно может оказаться роковым для двигателя, вообще же оно сильно сказывается на стоимости эксплоатации.

Особые условия силовой проводки выражаются, прежде всего, в необходимости иметь в распределительной сети присоединительные устройства на открытом воздухе для передвижных электродвигателей, обслуживающих молотилки, дровяные пилы, передвижные насосы и т. д. Это обусловлено не только стремлением к удобству обслуживания производственных машин, но и желанием избежать, по возможности, введения проводки внутрь помещений, где хранятся огнеопасные продукты (сено, солома).

Частично силовую проводку приходится относить к самому двигателю, в виде гибкого кабеля, навитого на барабан.

Вообще необходимо отметить необыкновенно широкое применение гибкого кабеля в сельском хозяйстве. Ряд силовых установок без него абсолютно невыполним — примером могут служить фрезы.

Особые условия осветительной проводки мы находим в конюшнях, в хлевах, в скотных дворах и упомянутых помещениях с легко воспламеняющими продуктами. В последних главное условие — пожарная безопасность. В конюшнях и хлевах к этому присоединяется еще и необходимость обезопасить жизнь людей и животных, вследствие крайней ненадежности изоляции, подвергающейся постепенному, но неуклонному, разрушению. Это разрушение происходит под влиянием атмосферы этого рода помещений, насыщенной влагой и аммиачными испарениями.

Из вышеизложенного обзора явствует, что возможности к возникновению пожаров и несчастных случаев в электрических установках сельского хозяйства весьма велики, а для деревенских современных условий — в особенности.

Мы, к сожалению, не располагаем статистикой таких случаев по СССР. Тем не менее, иностранная практика электрификации сельского хозяйства, в условиях во много раз лучших, чем имеются у нас, дает в этом отношении весьма красноречивые цифры и сведения.

Так, например, (7), в Баварии, из 94-х случаев пожара от электрических установок за 1923 — 1924 г.г. — около 65%, а именно 61 случай, падает на установки в сельском хозяйстве, причем места возникновения пожара в этих случаях распределились следующим образом:

| | | |
|---|---|---|
| 1) Незащищенные электродвигатели . . . . | 14 | случаев |
| 2) вводы через крышу в сеновалы и гумна . | 14 | » |
| 3) проходы проводки через сено и солому . . | 13 | » |
| 4) незащищенные от сырости провода в конюшнях (и в хлевах) . . . . . | 4 | » |
| 5) присоединительные и пусковые устройства в сараях . . . . . | 3 | » |
| 6) различные места . . . . . | 13 | » |
| Итого . . . . . | 61 | случай. |

Из указанного числа пожаров, правда, только для 14 случаев вполне установлена причина пожара; для прочих 17 случаев она лишь предполагается с большей долей вероятности. Это, однако, не уменьшает значения вышеприведенных цифр.

K. Schneidermann в своей известной статье (8) приводит ряд примеров возникновения пожаров в сельско-хозяйственных электрических установках; он указывает на стенные, кровельные и потолочные вводы, на штепсельные розетки, предохранители и электродвигатели, с их принадлежностями, как на главные места, где обычно начинаются пожары. Последние в сельской обстановке приносят с собой необыкновенно большие опустошения, а следовательно, и убытки. Так, по вышеупомянутым пожарам в Баварии убытки составили сумму в 511 000 золотых марок.

Статистика из тех же источников указывает на неуклонное возрастание, за последние 10 лет, процент пожаров, обусловленных электрическими установками. Весьма вероятно, что сельская электрификация играет в этом обстоятельстве далеко не последнюю роль, т. к. именно за последние 10 лет электротехника усиленно стала проникать в сельские местности. К сожалению, мы не имеем сведений, в какой степени здесь имеет значение та или иная величина напряжения, применяемого у потребителей.

Роль последнего в отношении возникновения несчастных случаев с людьми и животными, напротив, более ясна и более освещена в литературе. Профессор А. А. Воронов сообщает (9) о 23 несчастных (смертельных) в Дании за 1917—1921 г. г., из коих 15 случаев относятся к напряжению 380/220 V. H. Schuck сообщает сведения о несчастных случаях в Померании (в сельских установках) за период 1909—1925 г. г. (10): из 76 имевших место несчастных случаев—30 относятся к низкому напряжению и преимущественно к 380/220 V. смертельных—большой процент: 52 из 76. Günter v. Einem (11) отмечает особую жизнеопасность присоединительных (штепсельных) устройств, применяемых в с.-х. установках для гибкого кабеля, при чем защита заземлением не спасает, а иногда, напротив, дает результат обратный, т.-е. обусловливает собой несчастный случай.

Не меньшую степень опасности представляют переносные лампы и все элементы установок в помещениях для скота. В этих помещениях германская практика рекомендует применять то напряжение, при котором всякая жизнеопасность без всяких сомнений исключена: 24—32 V. (12).

В установках для передвижных молотилок наибольшую опасность для жизни обслуживающего персонала представляют высоко-

вольтные разъединители и выключатели и разного рода присоединительные устройства; далее следуют гибкие кабели, навиваемые на барабаны. Броня этих кабелей подвергается весьма быстрому износу, вслед за чем, конечно, разрушение идет до обнажения жил, при чем короткого замыкания может первоначально и не последовать, между тем прикосновение к кабелю, в особенности при напряжении в 380 V. переменного тока, может быть уже весьма опасно для жизни.

Необходимо наконец отметить, что низковольтные распределительные сети сельских установок, примыкающие по большей части к довольно длинным высоковольтным воздушным линиям, легко могут подвергаться атмосферным и иным перенапряжениям, последние могут появиться или со стороны высокого напряжения, или при значительной длине низковольтных проводов, непосредственно в таковых. Вполне понятно, что эти перенапряжения опасны для потребителя во всех отношениях.

Что касается мер, имеющих целью повысить безопасность с.-х. электрических установок, то они сводятся к вопросам изоляции, защиты, ограждения и выбора напряжения, а в конечном счете здесь, как и в других электрических установках, стоимость устройства находится в антагонизме с безопасностью.

Приходится выбирать между тем и другим. Следует подчеркнуть, что в этом заключается один из самых острых и больных вопросов электрификации сельского хозяйства в СССР. Темп распространения электрификации сельского хозяйства в СССР тесно связан с наличием средств, которые, как известно, крайне ограничены. Отсюда возникает склонность к упрощению установок за счет их безопасности. Такое положение чревато в будущем весьма тяжелыми последствиями.

Съезду необходимо точно установить твердые требования в правилах безопасности к тем частям с.-х. установок, где опасность проявляется в явной и угрожающей форме; для прочих же частей— установить пределы, ниже которых никакое уменьшение безопасности недопустимо.

Мы считаем, что необходимо в настоящее время отказаться от слишком больших симпатий к удешевлению стоимости основных частей оборудования в с.-х. установках. Необходимо там, где требуется, например, в вопросе о вводах, ввести требования более

суровые, чем в обычных городских и промышленных установках — по примеру Союза Германских Электротехников.

Едва ли при этом следует опасаться уменьшения сферы распространения или темпа электрификации сельского хозяйства, т. к. таковая и по иным соображениям в настоящее время должна производиться с большим разбором.

## III. Обзор мероприятий и соображений по увеличению безопасности сельско-хозяйственных установок.

Правила безопасности Союза Германских Электротехников для сельского хозяйстве указывают, что только добросовестное выполнение установки, при употреблении материалов наилучшего качества, обеспечивает работу ее без повреждений и безопасность против пожаров и несчастных случаев (13).

Действительно, это является наиболее радикальной мерой безопасности.

Тем не менее, как раз именно этого нельзя гарантировать в с.-х. установках, в силу причин, уже указанных нами в § 11, как напр., затруднительность надзора, низкий бюджет крестьянского населения и т. п. Далее, как ни была хорошо выполнена установка сама по себе—остается еще возможность неумелого или небрежного пользования ею, а следовательно, и возможность несчастных случаев. Таким образом, возникает необходимость в каких-то объективных мерах, которые уже в проект установки вносили бы повышенную степень безопасности. К таким мерам относится ограничение величины напряжения, применяемого у потребителей.

В сетях трехфазного тока за границей, как известно, широко применяется линейное напряжение в 380 V и соответствующее ему фазовое напряжение в 220 V, при чем электродвигатели, а также нагревательные приборы значительной мощности, включаются на первое напряжение, лампы же освещения—на второе. Эта система нашими нормами не допущена, что следует признать вполне правильным. Напряжение 380/220 V в некоторых случаях, но не во всех, дает по сравнению с принятым у нас напряжением 210/120 V экономию меди. Факт этот хорошо известен и послужил поводом

к многочисленным спорам. Сторонники напряжения в 380/220 V доходили до утверждения, что недопущение этого напряжения нашими нормами является препятствием к проведению системы распределения трехфазного тока в жизнь (14).

Эти опрометчивые, на наш взгляд, суждения явились в свое время даже основанием к постановлению Комиссии по Электрификации Украины о необходимости нормирования напряжения 380/220 V (14). Действительно правильно, что в большинстве случаев система 380/220 V требует почти в 2—3 раза меньше меди чем система в 210/120 V.

Но это—не главное, а главное то, что нужно считать доказанным, что напряжение 380/220 V является во всех отношениях более опасным, чем напряжение 210/120 V. Обстоятельство это неоднократно напоминал и напоминает сторонникам напряжения 380/220 V проф. А. А. Воронов (15). Мы уже упоминали о тех данных, которые он приводит из практики Дании, а также о тех данных, которые относятся по сообщению H. Schuck'а к Померании. И там и здесь подчеркнута опасность напряжения в 380 V. Torsten Holmgren отмечает подобный же вывод и со стороны шведской практики, которая знает применение обеих конкурирующих систем (т. е. 380/220 и 210/120 V) (16).

Опасность 380 V велика особенно в установках сельского хозяйства. Это вполне ясно из того обзора особенностей эксплоатации электродвигателей, который изложен нами выше, при чем здесь идет речь об опасности этого напряжения не только для монтеров, но в одинаковой степени и для персонала, производящего работу с переносными электродвигателями. Сторонники напряжения 380/220 V пытаются оспаривать его повышенную опасность, при чем иногда, как инж. Леви?, полемизировавший с профессором А. А. Вороновым, доходят до весьма странного воззрения, что повышенная опасность для монтеров не должна приниматься в расчет.

Если вопрос о применении 380 V в сельскохозяйственных распределительных сетях следует, по нашему мнению, считать решенным отрицательно на более или менее долгий срок, то не так ясен вопрос о допустимости применения для освещения напряжения 210/220 V, другими словами, вопрос о допустимости применения системы распределения без нулевого провода. В наших нормах в этом отношении нет достаточной ясности: с одной сто-

роны у силовых потребителей признано допустимым напряжение 210 V, а с другой—стандартной системой распределения признана система 210/120 V, т. е.—с нулевым проводом для освещения и, следовательно, как будто не рекомендуется для освещения применять те же 210 V, которые допущены для электродвигателей. Эта неясность также может повести к спорам и недоразумениям.

Большой экономии меди система без нулевого провода вообще не дает, и выигрыш может в иных случаях, по сравнению с системой 210/120 V, получиться лишь за счет уменьшения стоимости монтажа. Однако, он весьма мал и поглощается невыгодами напряжения 210 V по сравнению с напряжением 120 V, не говоря опять таки о большей опасности напряжения 210 V (17). Невыгоды эти заключаются главным образом в меньшей долговечности и экономичности ламп для напряжения 210—220 V.

После Лионского Конгресса, посвященного вопросам электрификации сельского хозяйства во Франции (осень 1924 г.), возникла дискуссия о преимуществах того или иного напряжения для абонентов. Против напряжения 220 V и в защиту напряжения 110—115 V решительно выступил Союз потребителей энергии и газа во Франции (18). Хотя сравнение, которое сделал Союз между 110 и 220 V, для нас может быть и не вполне убедительно, т. к. для напряжения 220 V домовая проводка предположена в трубках, тем не менее самое выступление весьма характерно, ибо главным аргументом в этом выступлении остается все же относительная опасность напряжения 220 V.

В сельско-хозяйственных установках с этим аргументом приходится считаться еще в большей мере, имея ввиду применение электрического освещения в конюшнях, в-хлевах и т. п. помещениях. Опасность здесь заключается, главным образом, в переносных лампах. Хотя нашими временными правилами они воспрещены, тем не менее нельзя ручаться за повсеместное выполнение этих правил—при отсутствии достаточного надзора за установками.

Изложенное заставляет думать, что следует отказаться от допущения 210 V переменного тока у осветительных сельких абонентов.

Нормирование низкого напряжения является наиболее существенной мерой законодательного порядка по увеличению безопасности с.-х. установок. Второй важной мерой является устано-

вление твердого надзора за соблюдением правил безопасности. Сколь бы удачно и проницательно ни были составлены эти правила—польза от них без организации надзора на местах будет не велика. Осуществление надзора должно быть возложено на местные органы технической инспекции, соответственно постановлению СНК СССР *).

Что касается самих правил безопасности для с.-х. установок, то требования здесь должны быть, вообще говоря, повышены.

Специальная регламентация электрических установок в сельском хозяйстве особенно детально разработана в Германии, где начиная с 1922 г. подвергалась неоднократной переработке. Последняя редакция изданных V. D. E. правил безопасности для с.-х. установок опубликована в конце 1925 г. (19). Она отличается от редакции 1922 г., главным образом, трактовкой вопроса о вводах, добавлением специального параграфа, касающегося электродвигателей с их принадлежностями; исключением алюминиевых проводов из обихода внутренней проводки и т. д. Вводы через крышу в сеновалах, ригах и т. п. помещениях, воспрещенные в редакции 1922 г.—в новой допущены с оговоркой.

Интересно отметить, что не все требования безопасности, намеченные разными авторами как обязательные или рекомендуемые для с.-х. установок, приняты в правилах V. D. E.; например, отвергнуто категорическое воспрещение применения штепселей и устройства вводов через крыши для сеновалов (Шнайдерман); не введено ограничений в применении проводки в трубках, которых, по мнению Günther v. Einem, следует избегать, и т. д.

Рассматриваемые правила изложены в 7-ми параграфах:

в § 1-м—излагаются общие соображения;
в § 2-м говорится о выполнении наружной проводки и вводов;
в § 3-м о необходимости иметь возможность полного выключения установки;
в § 4-м – о внутренней проводке;
в § 5-м – о предохранителях, выключателях, штепселях и лампах;
в § 6-м – об электродвигателях и принадлежностях к ним;
в § 7-м – о заземлении и нулевых проводах.

*) Изв. ЦИК—№ 168—25/VII. 25 г.

Необходимо особо отметить положения, касающиеся вводов и электрических двигателей.

Относительно вводов рекомендовано применение специальных готовых конструкций, не требующих заливки на месте и исключающих всякую возможность проникновения влаги. В правилах о двигателях замечательным является предложение, рекомендующее применять в установках трехфазного тока во всех случаях коротко замкнутые двигатели. Едва ли последнее требование, основывающееся на принципах безопасности, следует категорически предъявлять ко всем установкам трехфазного тока в сельском ховяйстве: возможны стационарные установки, где опасность от применения двигателей с кольцами может быть совершенно избегнута иными способами (см. ниже). Мы подчеркиваем, что это требование лишает возможности применять компенсированные двигатели, что может в некоторых случаях оказаться целесообразным (см. § IV').

Относительная опасность применения двигателей с открытыми кольцами учитывается, напр., и шведскими правилами; тем не менее эти правила не отвергают применения двигателей с фазной обмоткой ротора, а лишь предъявляют требование, чтобы кольца были совершенно закрыты (20). Применение этих двигателей на практике в с.-х. установках всегда будет ограничено, но не по соображениям безопасности, а по относительной дороговизне и меньшей экономичности их по сравнению с двигателями коротко замкнутыми.

Как известно, Союз Германских Электротехников, кроме рассмотренных правил безопасности и мер предосторожности при обслуживании высоковольтных установок, издал еще инструкцию (Merkblatt) для сельских хозяев по обслуживанию электрических установок (21).

Являясь лишь паллиативной мерой к увеличению безопасности таковых, подобная инструкция однако может быть полезна и у нас. Следует подобную инструкцию выработать, а в правилах безопасности всякую установку в сельском хозяйстве обязать иметь ее на видном месте. Сравнивая наши «временные руководящие указания по устройству электрических установок в сельских местностях» (22) с рассмотренными выше правилами V. D. E., приходится сказать, что конечно наши «указания» в значительно меньшей степени охватывают детали с.-х. установок, чем правила V. D. E., и в некоторых пунктах принципиально расходятся с ними.

Следовало бы в правила безопасности для наших сельских установок, по примеру правил V. D. E., ввести:

1) указания о допустимых формах и конструкциях внутренней проводки в сырых и содержащих аммиачные пары помещениях (хлевы, конюшни);

2) указания относительно конструкции вводов и выключателей для этих же помещений;

3) указания относительно конструкции проводки в помещениях с легко воспламеняющимися продуктами (сено, солома);

4) указания относительно применения заземления;

5) указания, касающиеся установок электродвигателей стационарных и подвижных.

Принципиальные расхождения наших временных правил с германскими заключаются:

1) в вопросе о допустимости переносных ламп в службах: по нашим правилам они воспрещены, по германским – допущены;

2) в вопросе о вводах через крыши: по германским нормам они допущены, у нас—воспрещены (не рекомендованы);

3) в вопросе о проводке в сухих помещениях: по германским правилам следует применять проводку в трубках; у нас такого требования не содержится. По нашим правилам (§ 13) следует лишь избегать проводки шнуром;

4) патроны с ключем по нашим правилам не допущены в служебных помещениях; в германских—такого требования нет.

По всем перечисленным пунктам, за исключением первого, нет оснований предпочесть германское решение перед нашим. Что же касается пункта первого, то по нашему мнению следует допустить применение переносных ламп в конюшнях и хлевах, где они могут быть абсолютно необходимы. Допущение этих ламп, конечно, должно быть обусловлено специальными требованиями к их конструкции и к конструкции гибких проводов, при чем следует ввести требование снижать напряжение до 20—30 V как это рекомендуют некоторые германские авторы (23).

Кроме выше перечисленных желательных дополнений в наших правилах, необходимо внести в них еще указания о допустимости или недопустимости воздушной проводки высокого напряжения в деревнях и о расположении в них понизительных трансформаторов.

В заключение настоящего параграфа необходимо отметить некоторые конструкции, имеющие целью повышение безопасности и надежности с. х. установок у потребителей.

## Вводы.

На рисунках 1, а, б, в, приведены различные типы вводов для конюшен и т. п. помещений. Все эти типы вводов более или менее соответствуют правилам V. D. E. в старой редакции. По новой редакции, если не применяется кабельный или открытый ввод, как уже упомянуто,— следует применять специальные готовые конструкции фабричного изготовления. Примером такой конструкции может служить ввод A. E. G., Из подробного описания этого ввода (24) известно, что в основном он состоит из цинковой трубки овального сечения, которую при помощи изолирующей и непроницаемой для сырости массы залиты два вводных проводника,

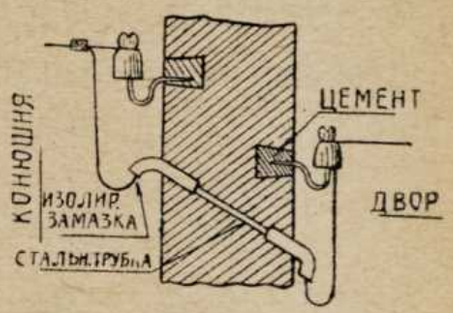



Рис. 1 а.

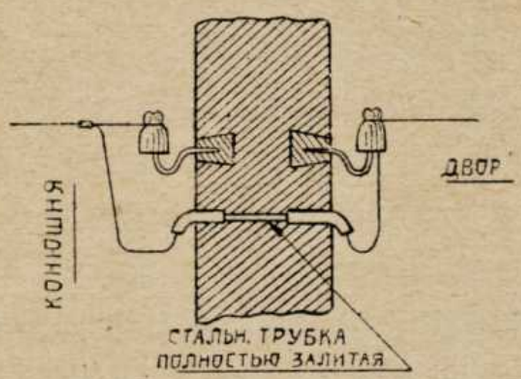



Рис. 1 б.

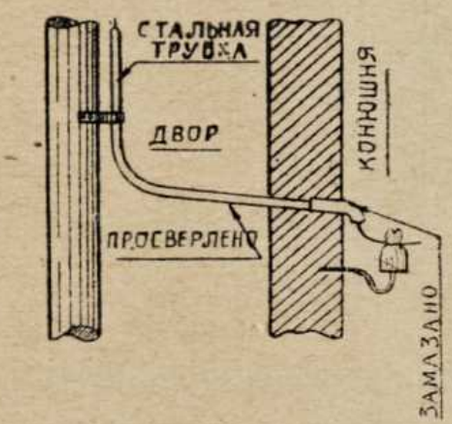



Рис. 1 в.

оканчивающиеся присоединительными зажимами. Последние герметически прикрываются небольшими фарфоровыми втулками, ввинчиваемыми в фарфоровые же буксы; эти буксы связаны с фарфором, обрамляющим концы цинковой трубки; таким образом получается готовое, цельное изделие, которое без труда может быть установлено на месте, при чем почти полностью исключается зависимость качество ввода от опытности и добросовестности монтера.

Оригинальным является ввод, выполняемый при помощи так называемого антгигронного провода, изготовляемого SSW.

(Сименс-Шукерт). Этот ввод изображен на рисунке 2. Антигронный провод принадлежит к числу кабелеподобных проводников: он снабжен как механической защитой (броней), так и химической— ввиде особой оболочки, которая препятствует разъеданию брони аммиачными газами; эта оболочка одновременно устраняет опасность прикосновения к проводу (25).

### Внутренняя проводка для конюшен.

Примером специальной конструкции провода служит только что описанный антигронный провод SSW. Выполнение проводки для конюшен при помощи этого провода показано на рисунке 3. Как

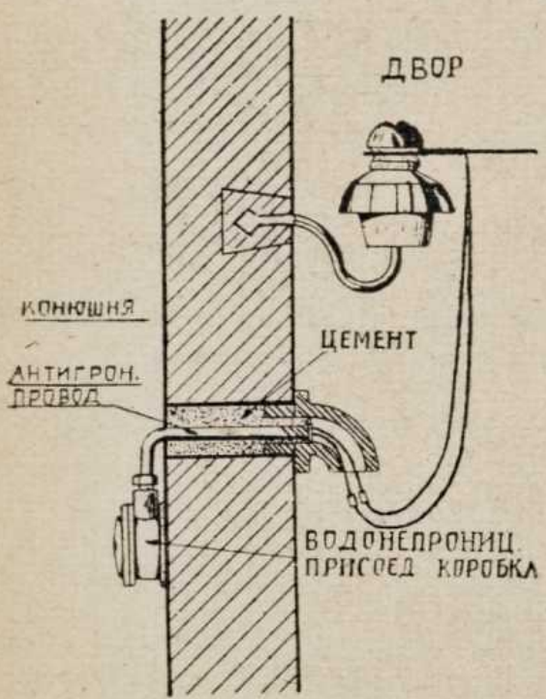



Рис. 2.

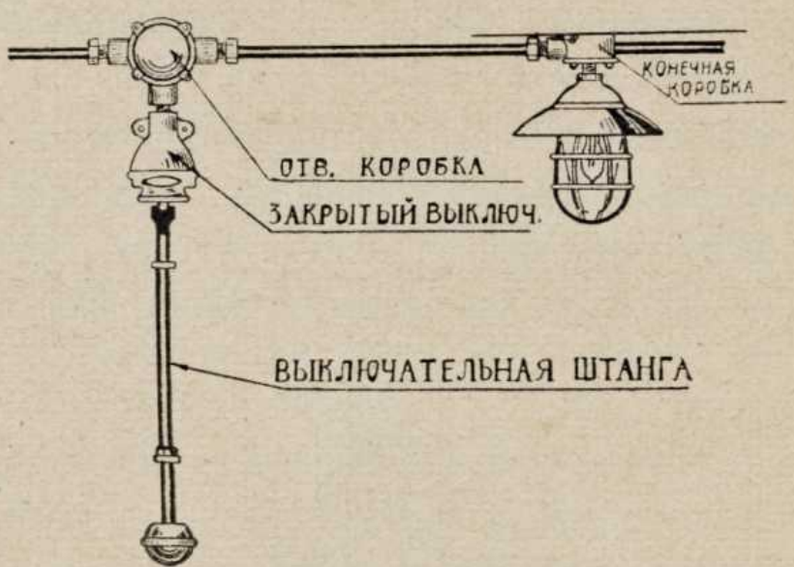



Рис. 3.

видно из него, все соединения и ответвления сделаны при посредстве герметических металлических коробок. Этот же рисунок показывает, между прочим, применение выключателя со штангой, что предписывается германскими нормами для конюшен, если выключатель располагается внутри последних.

### Присоединительные устройства.

Как уже упомянуто в § 11, штепсельные присоединительные устройства для переносных ламп и передвижных электродвигателей представляют для абонентов довольно значительную опасность для жизни. Отсюда явились попытки по возможности избежать штепселей в сельских установках. В тех случаях, когда представляется возможность присоединять приемники к воздушной проводке, приме-

няются специальные воздушные контакты и зажимы, закрепляемые на деревянных штангах. Простейший тип такого рода приспособлений — крюкообразный контакт, насаженный на штангу. Эта последняя для большей безопасности и легкости делается деревянной и пустотелой — лучше всего из бамбука, при чем проводник от крюка пропускается внутри штанги (26).

Более сложная конструкция, но зато дающая боле надежный контакт, изображена на рис. 4 (SSW). Зажим выполнен здесь ввиде щипцов, состоящих из двух частей: A и B. Первая соединена со штангой, а вторая шарнирно с первой. Под действием тяжести штанги обе части сходятся и провод зажимается между ними (27).

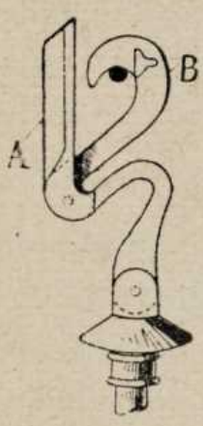


Рис. 4.

Наконец рисунок 5 изображает конструкцию, предложенную Günter v. Einem (28); смысл ее понятен из рисунка без дальнейших пояснений.

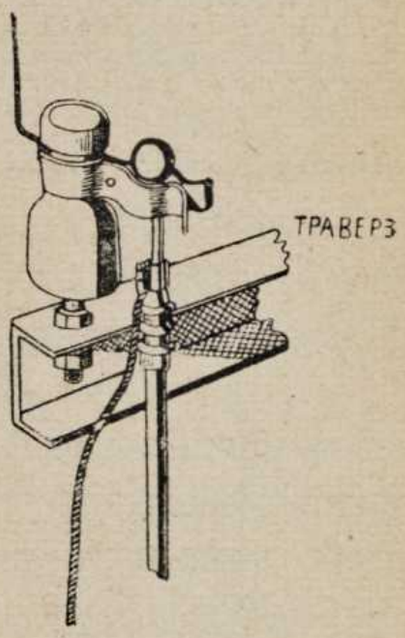


Рис. 5.

Первые две из перечисленных конструкций преследуют цель не только безопасности, но еще в большей степени и удобства присоединений, т. к. дают возможность устанавливать передвижные, напр. молотильные, установки в любом месте, где проходит воздушная линия с проводами достаточного сечения.

Присоединительное устройство, заменяющее штепсель и более совершенное чем последний, предназначенное для переносных ламп, нагревательных приборов и экектродвигат. сконструировано A. E. G. Описание его помещено в A. E. G. Mitt. № 2—1925 г., а также в журнале «Электричество» № 12 за 1925 г. (рефер. Ю. В. Скобельцина). Оно имеет целью обезопасить лиц пользующихся переносными приемниками, причем, повидимому, вполне может удовлетворять своему назначению, хотя конструкция эта далеко не проста.

## Электродвигатели.

Как упомянуто выше, по шведским правилам не допускается применение электродвигателей с открытыми кольцами в молотильных установках. Соответственно этому в Швеции сконструированы дви-

гатели, в которых кольца расположены вне подшипниковых щитов корпуса и герметически закрыты со всех сторон. Подобная конструкция удорожает стоимость двигателя и влечет за собой ряд неудобств (29). Поэтому фирмой Sachsenwerk выпущены двигатели, в которых кольца отделены от путей прохождения охлаждающего воздуха просто перегородкой (30). Этим самым устраняется проникновение на кольца легко воспламеняющейся пыли. Двигатели рассматриваемого типа—полузакрытые. Охлаждающий воздух проходит внутрь через решетку, частично подвергаясь фильтрации.

Более действительная защита от пыли—это применение совершенно закрытых электродвигателей или полузакрытых, но с приделанными к ним специальными фильтрами. Однако, в стационарных установках и в закрытых подвижных возможноп рименение обыкновенных открытых двигателей, если приняты надлежащие меры. Об этом—в следующем параграфе.

Блокировка операций по обслуживанию электрических установок применяется для сельского хозяйства в Швеции. Так напр., применяется блокировка крышек у предохранителей: крышки нельзя снять, пока не будет выключен ток. В электродвигателях там же применяется блокировка против неправильных действий со стороны обслуживающего персонала; блокируется, например, выключение двигателя в зависимости от положения приспособления для короткого замыкания ротора и подъема щеток (31).

## IV. Мероприятия по увеличению удобства и уменьшению стоимости оборудования и эксплоатации электрических установок в сельском хозяйстве.

### а) Мероприятия по улучшению коэффициента мощности.

Влияние величины коэффициента мощности на стоимость энергии и значение его в вопросе эксплоатации станций и сетей общеизвестно.

Проблема улучшения Cos $\varphi$ играет большую роль особенно для районных станций с преобладающей с.-х. нагрузкой и в значительной мере осложняет задачу распределения энергии между с.-х. потребителями. Как известно, высокая относительная стоимость с.-х. линий передачи и сетей во многих случаях является прямым

препятствием к развитию электрификации с.-х., с уменьшением же Cos $\varphi$ стоимость их возрастает.

В существующих сетях и линиях передачи уменьшение Cos $\varphi$ влечет за собой увеличение потерь. Эти обстоятельства выдвигают на первый план вопрос о мерах к увеличение Cos $\varphi$, который в наших условиях пока еще не столь актуален, как за границей.

Однако, в связи с успехами крупного электростроительства, мы быстро приближаемся к тому моменту, когда этот вопрос о Cos$\varphi$ во всем объеме станет и перед нами.

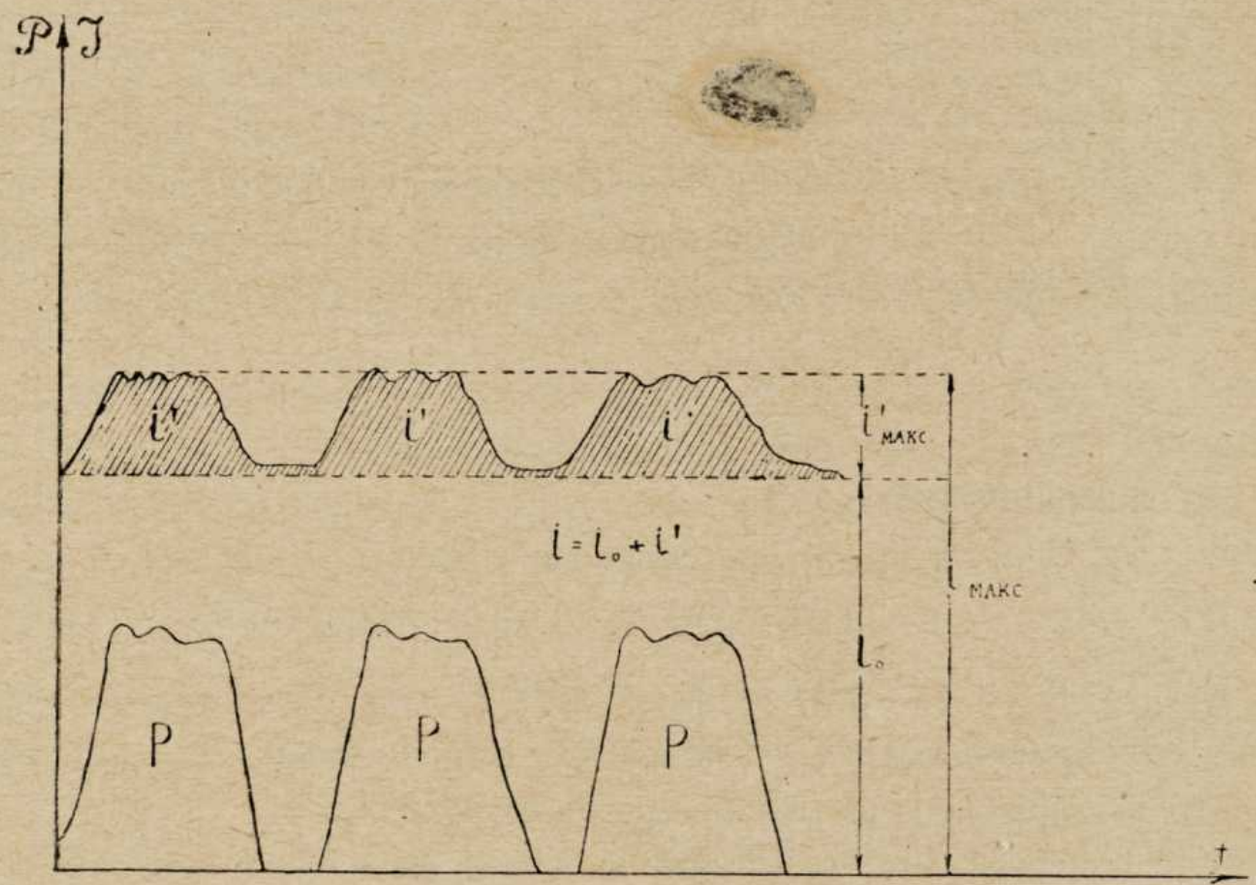



Рис. 6.

Впрочем и теперь мы можем указать случаи, когда игнорировать его нельзя. Это те случаи, где идет речь о передаче энергии железными проводами, и где силовая нагрузка определяет собой максимум данной станции, подстанции или линии передачи.

Необходимо отметить те низкие значения, которые может принимать Cos$\varphi$, когда мы имеем дело с чисто силовой нагрузкой и когда последнюю составляет работа бесколлекторных индукционных двигателей.

В этом случае можно с уверенностью сказать, что в линии, питающей эти двигатели, Oos$\varphi$ всегда будет менее 0,8, причем здесь большую роль играет характер работы двигателей. Если,

допустим, работа каждого из них носит перемежающийся характер, т. е. сопровождается резкими колебаниями нагрузки и частыми остановками, то величина среднего значения cos $\varphi$ будет весьма не высока—падая временами до 0,3—0,4. Это будет происходить потому, что асинхронным двигателям при малых нагрузках свойственен весьма малый Cos$\varphi$; по этой причине график тока сильно отличается от графика мощности, как примерно указано на рисунке 6 для двигателя, работающего без выключения при перемежающейся нагрузке.

Если линия питает большое число работающих подобным образом двигателей, то через нее будет передаваться некоторая средняя, результирующая мощность $P_c$ и некоторый средний ток $I_c$, отличающиеся от суммы соответствующих величин $p_1$, $p_2$... и $i_1$, $i_2$, $i_3$, . . . . i, обозначающих наибольшие значения потребляемых мощностей и токов для отдельных электродвигателей:

$$P_c < P_1 + P_2 + \ldots\ldots P$$
$$I_c < i_1 + i_2 + \ldots\ldots i$$

Мы можем принять, что:

$$P_c = K_1 (P_1 + P_2 + \ldots\ldots)$$
$$I_c = K_2 (i_1 + i_2 + \ldots\ldots)$$

где $K_1 < 1$ $K_2 < 1$, при чем $K_1$ — есть не что иное как коэффициент одновременности для мощностей, а $K_2$ — можно, по аналогии, назвать коэффициентом одновременности для токов.

Если относить все величины к одной фазе, то среднее значение Cos $\varphi$ можно определить из равенства:

$$\text{Cos}\varphi_c = \frac{P_c}{E\,I_c}, \text{ где } E \text{ — фазовое напряжение}$$

$$\text{или: Cos}\varphi_c = \frac{K_1}{K_2 E}\left(\frac{P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots P}{I_1 + i_2 + i_3 + \ldots\ldots i}\right)$$

Допуская для простоты, что все работающие двигатели имеют примерно одинаковую мощность и характеристику, можно принять, что

$$\frac{P_1}{Ei_1} = \frac{P_2}{Ei_2} = \ldots\ldots = \text{максимальному значению}$$

Cos$\varphi$ для данного типа двигателей и следовательно:

$$\text{Cos}\varphi_c = \frac{K_1}{K_2} \cdot \text{Cos}\varphi/\text{макс.} \quad (a)$$

на основании рис. 6 вполне ясно, что коэффициент одновременности для мощности ($K_1$) всегда будет значительно меньше, чем коэффициент одновременности для тока ($K_2$) и следовательно

$$\text{Cos}\varphi/_c < \text{Cos}\varphi/_{\text{макс.}}$$

Значение тока для асинхронного двигателя можно выразить при перемежающейся нагрузке равенством

$$i = i_o + i'$$

где $i_o$ — наименьшее значение, которого достигает величина тока и которое остается постоянной слагаемой, а $i'$ — изменяющаяся слагаемая тока; смысл этих обозначений ясен из того же рисунка 6. Для одинаковых и работающих в одинакорых же условиях двигателей, мы получим:

$I_c = K_2\, n\, i_{\text{макс}} = K_2\, n\, (i_o + i'_{\text{макс}})$ ($i_{\text{макс}}$ и $i'_{\text{макс}}$ — наиб. значения токов i и i').

При одновременной работе всех двигателей токи $i_o$ складываются и дают в сумме величину $ni_o$; токи же $i'$ дают некоторую результирующую среднюю силу тока $I'$. Так как изменение токов $i'$ носит такой же характер, как изменение мощностей $p_1$, $p_2$... и т. д., то можно приближенно написать, что:

$$I' = K_1 n i'_{\text{макс}}$$

и тогда: $I_c = ni_o + K_1 \cdot ni'_{\text{макс.}}$

Из обоих написанных для $I_c$ равенств находим:

$$K_2\, n \cdot (i_o + i'_{\text{макс}}) = ni_o + K_1\, ni'_{\text{макс.}}$$

или: $$K_2 = \frac{ni_o + k_1 ni_{\text{макс}}}{n\,(i_o + i'_{\text{макс}})} = \frac{i_o + k_1\,(i_{\text{макс}} - i_o)}{i_{\text{макс}}} = \frac{i_o}{i_{\text{макс.}}} + k_1\left(1 - \frac{i_o}{i_{\text{макс.}}}\right)$$

Если работа двигателей происходит по графику рис. 6. то $i_o$ — есть не что иное, как ток холостого хода.

Таким образом, для рассматриваемого случая:

$$\text{Cos}\varphi_c = \frac{k_1}{\frac{i_o}{i_{\text{макс}}} + k_1\left(1 - \frac{i_o}{i_{\text{макс}}}\right)} \cdot \text{Cos}\varphi_{\text{макс.}}$$

Последнее равенство указывает на характерную зависимость среднего cos$\varphi$ от соотношения между током холостого хода ($i_o$) и рабочим током двигателя ($i_{\text{макс}}$).

Отношение $\frac{i_0}{i_{макс}}$ для небольших двигателей лежит в пределах 0,6—0,8. Коэффициент одновременности при значительном числе их = 0,6—0,7.

Приняв средние значения: $\frac{i_0}{i_{макс}} = 0{,}7$ и $K_1 = 0{,}65$ и допустив, что двигатели хорошо подобраны по нагрузке, так что $Cos\varphi_{макс.}$ можно принять = 0,8, мы получим

$$Cos\varphi_c = \frac{0{,}65}{0{,}7 + 0{,}65\ 0{,}3} \cdot 0{,}8 = 0{,}582 \sim 0{,}6.$$

Это значение, которое для рассматриваемых условий является наилучшим. При плохом выборе мощности электродвигателей, значение $Cos\varphi_c$ должно сильно уменьшаться, т. к. с одной стороны уменьшается $Cos\varphi_{макс.}$ с другой стороны—увеличивается отношение $\frac{i_0}{i_{макс.}}$

В с.-х. установках перемежающаяся работа свойственна дровяным пилам, электродвигателям на подъемниках, электрическим колунам, прессам и отчасти соломорезкам, молотилкам и мельницам.

Молотилки дают пульсирующую нагрузку двигателю при неправильном, неумелом обслуживании.

Работа мелких двигателей у кустарей также может носить перерывчатый, неравномерный, пульсирующий характер. Наиболее неблагоприятные, однако, условия для коэффициента мощности можно встретить в трансмиссионных установках. Работа двигателей при нагрузке близкой к холостому ходу может здесь продолжаться часами.

Важно отметить, что при прочих равных условиях двигатели с кольцами всегда должны давать худший средний коэффициент мощности сравнительно с двигателями короткозамкнутыми; причем здесь играет роль не только тот факт, что первые сами по себе обладают худшим $Cos\varphi$, по сравнению со вторыми, но и то обстоятельство, что остановка короткозамкнутого двигателя всегда сопровождается перерывом тока в статоре, что не всегда выполняется в двигателях с кольцами и реостатом в цепи ротора.

В вопросе о том, следует ли в установках с.-х. прибегать к каким либо мерам по улучшению $Cos\varphi$,—нет надлежащей ясности. Применение компенсированных и синхронизированных электродвигателей является самой популярной (если судить по обилию литературы) мерой к достижению указанной цели. Но рациональность примене-

ния этой меры в установках с.-х. вызывает серьезные сомнения.

Мы уже упоминали о том, что по германским правилам для с.-х. установок рекомендуется: применять во всех случаях трехфазного тока двигатели с короткозамкнутым ротором; этим как будто отклоняется целесообразность применения компенсированных двигателей, или вернее она оценивается ниже значения безопасности.

Независимо от последнего фактора, G. Scharowsky полагает что в с.-х. установках компенсированный двигатель не может себя оправдать по причине небольшого коэффициента использования (32); того же примерно, мнения держится и Rolland (33).

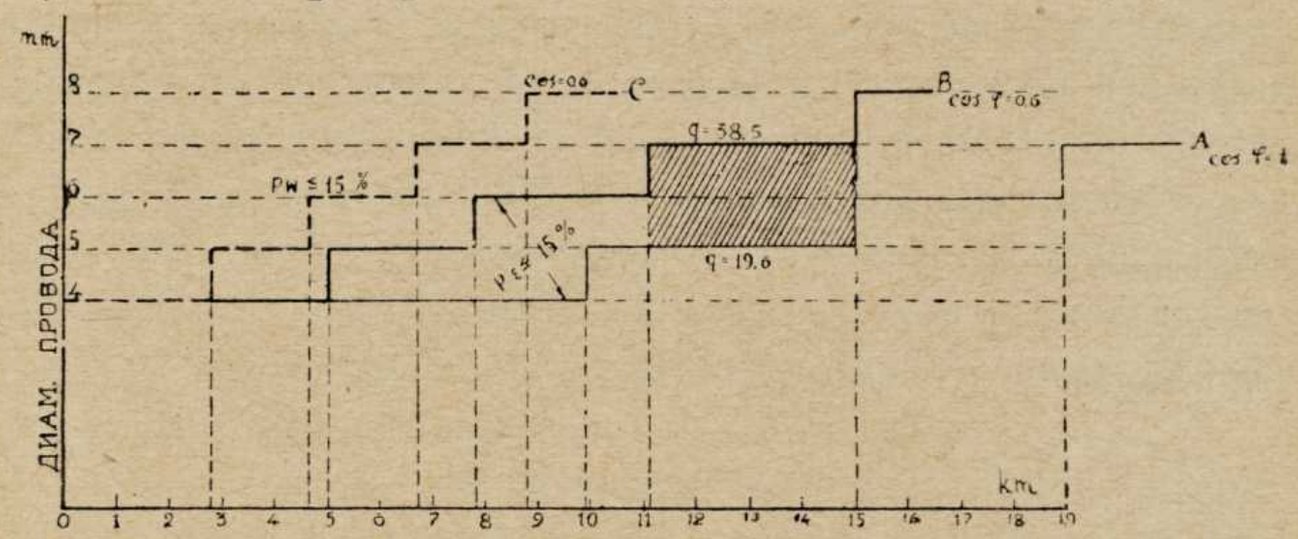



Рис. 7.

В противоположность им Meyer предлагает расширить применение компенсированных двигателей в сельском хозяйстве (34).

Уже из этого различия мнений видно, что вопрос сложен и важен и заслуживает внимательного рассмотрения.

Не ставя себе такой задачи, укажем, что при пользовании железными проводами для передачи, компенсация сдвига фаз может оказаться коммерчески весьма желательной. При линии с железными проводами необходимо считаться с явлением скин-эффекта, увеличивающим действующее и индуктивное сопротивление проводов.

На рис. 7 изображены графики, показывающие зависимость диаметра железного провода от расстояния при передаче 30 kW напряжением в 6 000 V; кривая А соответствует значению $\mathrm{Cos}\varphi = 1$, кривая Б—значению $\mathrm{Cos}\varphi = 0{,}6$, причем обе эти кривые построены на основании допущения падения напряжения не свыше $15\%$. Кривая С— соответствует $\mathrm{Cos}\varphi = 0{,}6$ при допущении, что потеря мощности не превышает $15\%$ (35).

Считая, что в месте потребления работают электродвигатели при коэффициенте одновременности = 0,7 находим, что общая установленная мощность их $= \frac{30}{0,7} \cong 43$ kW, с окр. $\sim 45$ kW.

При средней мощности отдельных электродвигателей равной 5 kw, стоимость компенсации, т. е. разница между стоимостью нормального трехфазного короткозамкнутого двигателя и двигателя компенсированного составляет около 35 р. на 1 kW (36), а на всю установленную мощность—$35 \times 45 = 1,575$ р.

Удорожание линии, при отказе от компенсации, определяется из упомянутых графиков. Оно определяется разностью сечений проводов при $\cos\varphi = 0,6$ и $\cos\varphi = 1$. Для расстояний передачи в пределах от E = 11 km до E = 15 km—разница в сечении проводов составляет (по кривым А и Б) 38,5—19,6 $\cong$ 19 mm²—на фазу и около 57mm² — на все три провода линии. На 1 km это составляет вес около 28 пудов и стоимость (при цене 7 р. пуд) 196 руб.л; таким образом, удорожание линии составляет:

8160 рубл.—для = 11 km.
и
2940 рубл.—для = 15 km.

Выходи, что удорожание линии, значительно превышает стоимость компенсации Вывод не изменяется, если для расстояний свыше 11 km взять не железный провод сечением 38,5 mm²), а медный сечением 10 mm².

Еще более благоприятные результаты в пользу применения компенсируемых двигателей могут получиться, если потеря мощности не должна превышать 10—15%.

Расстояние, при котором компенсация может оказаться выгодной, сокращается в этом случае до 7—8 km.

Рассмотренный случай передачи 30 kW. на расстоянии 10—15 km можно считать в практике с.-х. вполне вероятным, равно как и величину $\cos\varphi = 0,6$.

Не все типы компенсированных электродвигателей в одинаковой мере имеют шансы найти применение в с.-х. установках.

Известно, что их рабочие характеристики весьма разнообразны, в зависимости от системы электродвигателя.

Нерационально было бы применять те системы, которые не дают компенсации намагничивающего тока, т. е. для которых $\cos\varphi$ при холостом ходе близок к нулю.

Примером может служить двигатель T. Torda (37).

Кроме компенсированных двигателей могут быть применяемы синхронизированные и синхронные.

В последние годы сконструированы синхронные двигатели с индукционным пуском и снабженные коллектором для генерации возбуждающего тока.

Вообще, радикальное улучшение $\cos\varphi$ в двигателях связано с применением коллектора,—если исключить из рассмотрения сложные устройства с выпрямителями. Недостатки коллектора заставляют искать иных решений.

К числу таковых относится применение статических конденсаторов. В самое последнее время форма AEG получены, повидимому, удовлетворительные результаты в этом отношении для электродвигателей до 10 kW. (38). форма AEG строит, однако, эти конденсаторы, только для напряжения в 380 V, при чем стоимость двигателя с конденсатором примерно такова же, как и компенсированного двигателя. Это однако, повидимому, не оправдывается для напряжений менее 380 V.

Нужно заметить, что размеры конденсатора при низком напряжении не определяются зависимостью толщины изоляции от последнего; размеры определяются, главным образом, емкостью т. е. величиной конденсирующей поверхности; для разных невысоких напряжений толщина диэлектрика, примерно, остается постоянной.

В изготовляемых AEG конденсаторах теряется около 1% мощности; емкость их от $3 \times 10$ до $3 \times 25$ μF, что соответствует от 1,30 до 3,4 kW. безваттной мощности при 380 V. Применение конденсаторов тем хорошо, что оно позволяет иметь в работе простые, испытанные своей надежностью V короткозамкнутые электродвигатели, причем самый конденсатор может быть установлен, где угодно. Однако по мнению Scharowsk'ого кондесаторы выгодны только при большом коэффициенте использования электродвигателей (39).

Следует отметить, что могут быть применяемы не только статические, но и электролитические конденсаторы, обслуживание которых, однако, не столь просто (40).

Наиболее простой мерой к улучшению $\cos\varphi$, правда далеко не радикальной, является применение переключения обмоток статора

при малых нагрузках с треугольника на звезду. Нижеследующие данные, принадлежащие H. Roth'y (41), относятся к электродвигателю в 17 kW, напряжением 220 V, 960 об/мин. Они показывают, что упомянутое переключение довольно значительно улучшает Cos$\varphi$ при малых нагрузках.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Полезная мощность | = | 15 000 | 5 000 | 3 000 | 1 000 W |
| При соед. Δ-ом, Cos$\varphi$ | = | 0,9 | 0,75 | 0,63 | 0,4 |
| « « Λ | « | « | — | 0,9 | 0,85 | 0,63 |

б) Увеличение коэффициента использования, экономичности и удобства эксплоатации.

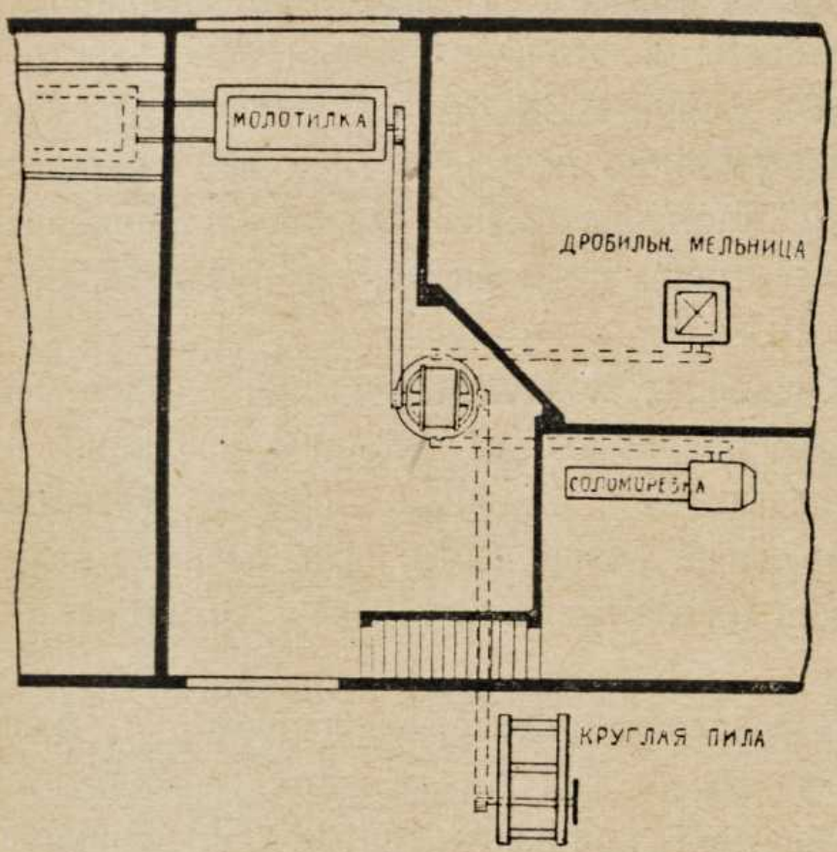



Рис. 8.

В § 11 приведены те соображения, покоторым является целесообразным применять один электродвигатель для привода нескольких рабочих машин.

Это, очевидно, можно выполнить при помощи трансмиссии. Однако более целесообразно для избежания лишних потерь энергии применять устройство, изображенное на рис. 8.

Двигатель ставится на поворотный круг, состоящий из двух плит из которых первая прикрепляется к полу, а на второй крепится двигатель (42).

Расположение двигателя и машин, по возможности, должно быть таково, чтобы можно было обходиться одним и тем же ремнем. Далее необходимо соблюсти надлежащие соотношения размеров шкивов.

Данное устройство, как и трансмиссия, может применяться только в том случае, если производственные машины могут быть расположены в одном помещении или, по крайней мере, достаточно

близко друг от друга; это условие далеко не всегда может быть выполнено.

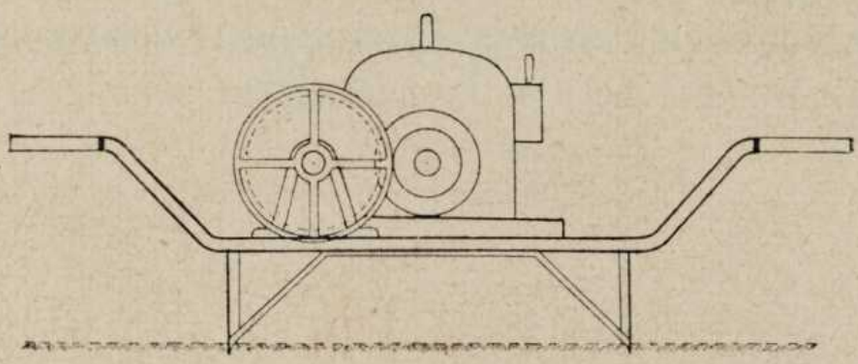


Рис. 9.

Оно может быть легко выполнено там, где хозяйство оборудуется заново или допускает перестановку рабочих машин без ущерба

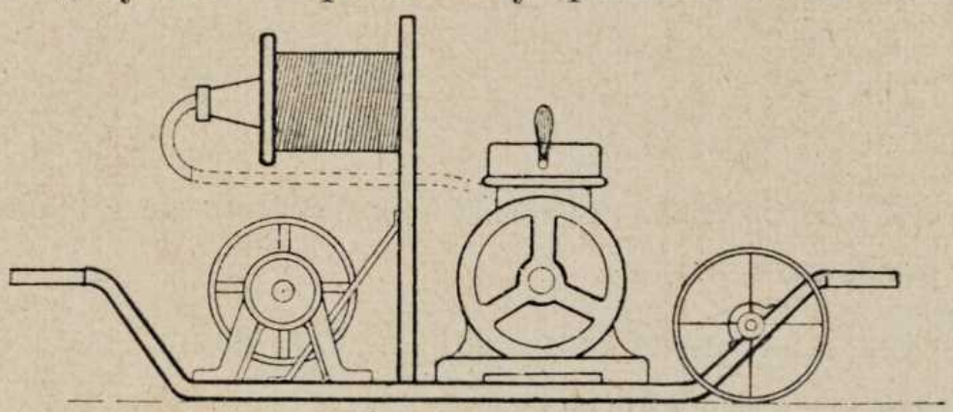


Рис. 10.

себе. Однако, в большинстве случаев электрифицировать приходится машины, разбросанные по территории хозяйства.

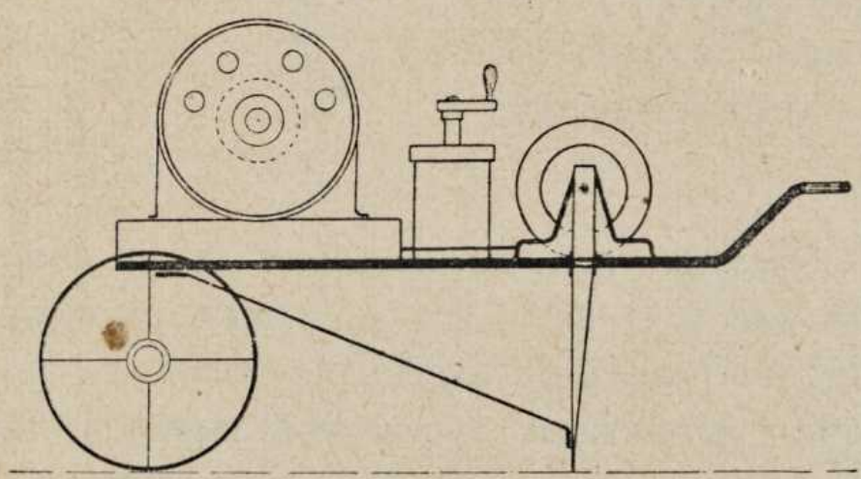


Рис. 11.

Вследствие этого, в заграничной практике мы наблюдаем изобилие всевозможных передвижных двигателей. Характерно, что применение их встречается почти в одинаковой степени для всех мощностей, хотя труднее всего хозяйству обойтись без них при

алых мощностях, так как для последних почти исключена возможность трансмиссионных устройств.

Для передвижения двигателей применяются различные средства, в зависимости от их веса и громоздкости вспомогательных при-

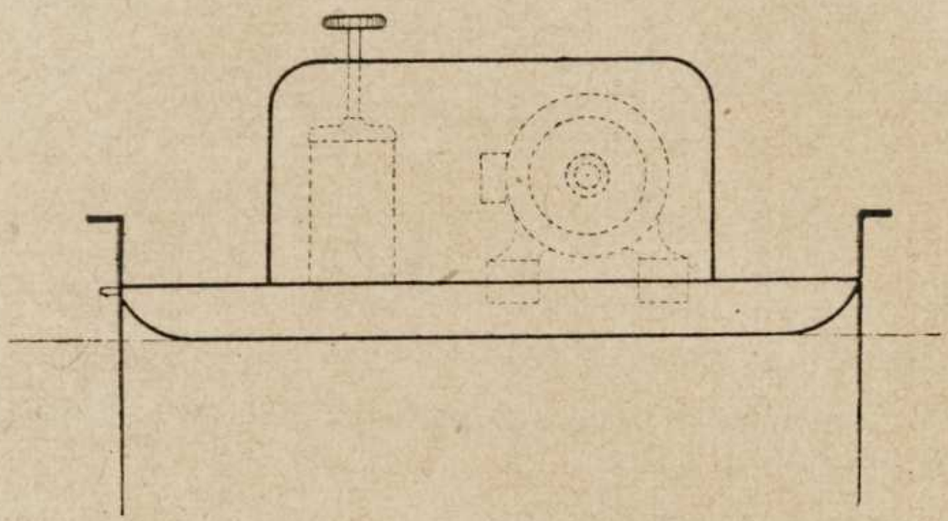


Рис. 12.

надлежностей: зубчатой передачи, барабанов для гибкого кабеля, пусковых реостатов и. д.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. Ручки на корпусе двигателя — | для | мощн. | 0,2 — 1,5 л. с. |
| 2. Носилки (см. рис. 9) | » | » | 0,5 — 3 « |
| 3. Носилки = тачки (см. рис. 10) | » | » | 3 — 5 « |
| 4. Ручные тележки и салазки (см. рис. 11 и 12). . . . . | » | » | 5 — 10 « |
| 5. Легкие конные тележки — двуколки и сани (см. рис. 13). . . | » | » | 10 — 20 « |
| 6. 4-х колесные повозки (см. рис. 14). . . . . | » | » | 10 — 60 « |

Все эти средства для предвижения могут быть выполнены открытыми (рис. 9, 10 и 11) или закрытыми (см. рис. 12),— в зависимости от требования местных условий.

Применение передвижных двигателей вызывает необходимость изменять передаточное число от вала двигателя, т. к. скорости валов у разных рабочих машин вообще различны. Так, машины— триер, веялка, саморезка, которые требуют обычно одинаковую мощность и могут быть обслуживаемы одним двигателем,—являются в этом отношении характерным примером; число оборотов в минуту валов, наиболее удобных для привода, равно для этих машин, соответственно около 600, 250 и 100.

Для изменения передаточного числа могут применяться все средства, известные из прикладной механики: зубчатые коробки скоростей, ступенчатые шкивы, фрикционные передачи.

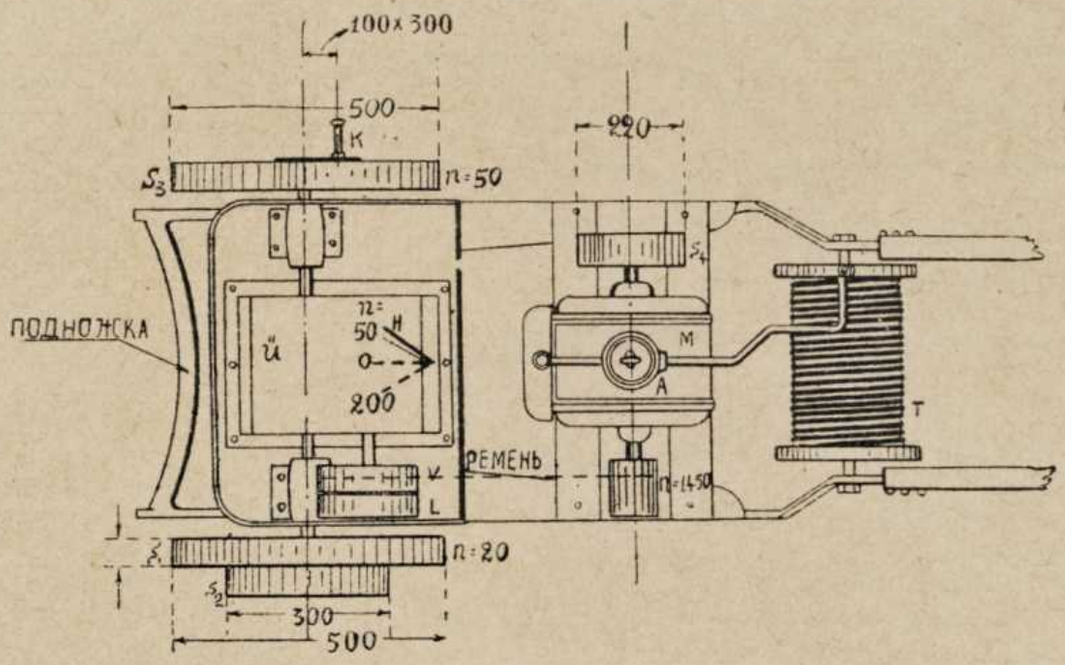
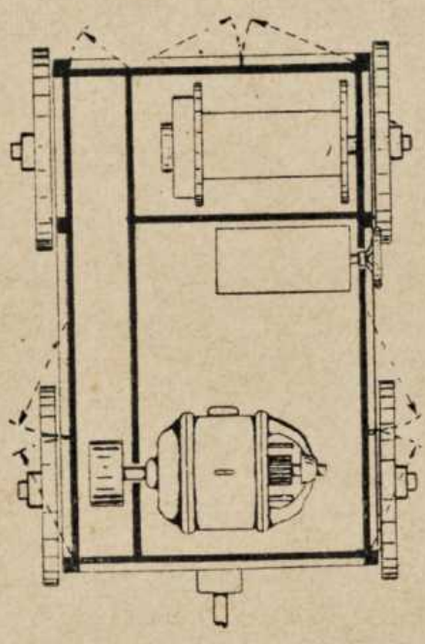



Рис. 13.

На рис. 13 изображен типичный образец передвижного двигателя для с.-х. работ. (по швейцарскому патенту № 47711—см. приме-



Гис 14.

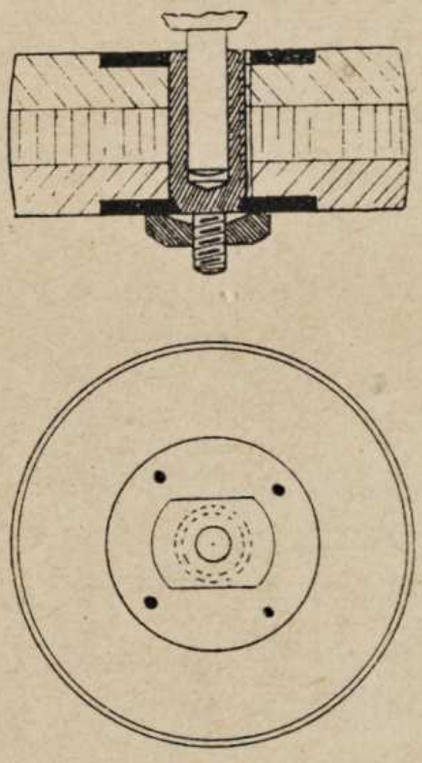


Рис. 15.

чание 43). Эта установка снабжена особым передаточным приводом из зубчатых колес, который можно переставлять с помощью рычага H. при этом вал, имеющий шкивы $S_1S_2$ и $S_3$, получает 50 или 200 оборотов в минуту, по желанию; привод к рабочей машине можно

осуществить ремнем от любого из шкивов $S_1, S_2, S_3, S_4$ или от криво шипа К. Шкивы $S_1$ и $S_2$ одновременно служат колесами при перевозке.

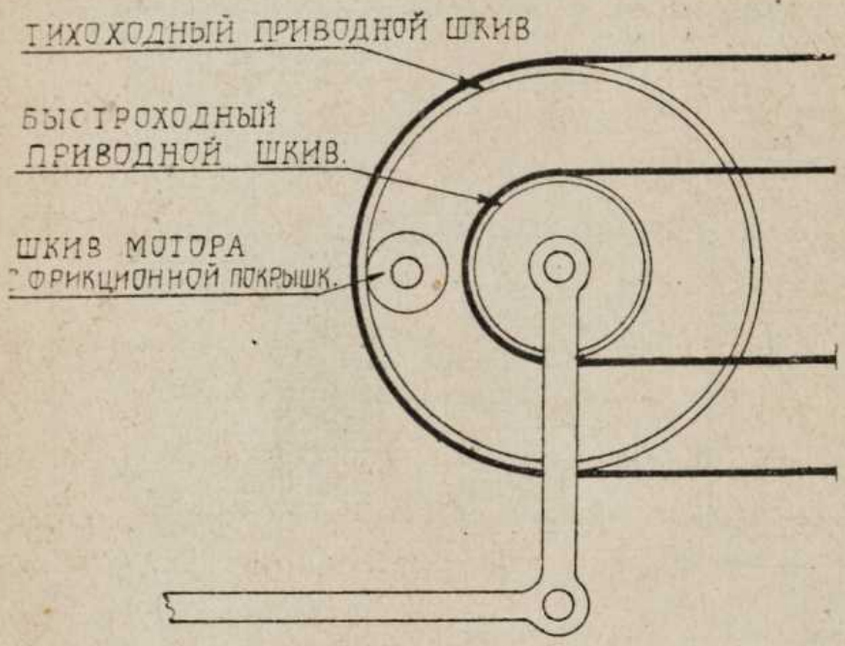



Рис. 16.

Наиболее простым средством для изменения передаточных чисел в случае применения ременной передачи является набор сменных шкивов. Для этой цели на вал двигателя и приводимых от него машин можно насадить втулки, имеющие одинаковый наружный диаметр—такой же, как и одинаковый для всех шкивов внутренний диаметр последних. В целях дешевизны весьма целесообразно применять деревянные шкивы. Конструкция такого устройства показана на рис. 15 (44).

Ременная передача не экономична при больших передаточных числах, так как ее приходится выполнять в две ступени (пример —

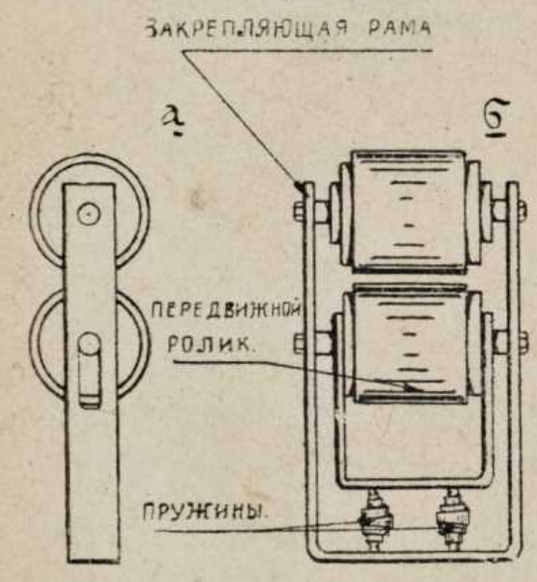



Рис. 17.




Рис. 18.

упомянутый швейцарский патент); при этом потери в ней могут достигать $8 — 12\%$.

Отсюда — конструкции фрикционных передач, дающих более высокий коэффициент полезного действия при весьма большом

даже с двумя такими обмотками (4 скорости), а также так называемые каскадные асинхронные электродвигатели.

Наконец, применяя статические конденсаторы для компенсации сдвига фаз у моторов с кольцами, можно получить вдвое меньшее число оборотов, если заставить работать двигатель на так называемом одноосном включении, т. е. при одной выключенной фазе ротора (получается однофазный ротор—см. например К. А. Круг—«Бесколлекторные асинхронные двигатели» изд. 1915 г. стр. 182).

Такое включение без компенсации сдвига фаз, в виду большой величины последнего, на практике не применимо.

При наличии же хорошо подобранного конденсатора получается однако, кроме компенсации Cos $\varphi$ еще выгода: возможность пуска и работы двигателя на одной фазе, что при малых мощностях может быть весьма желательно.

Помимо возможности надлежащего изменения скоростей, в передвижных установках большую роль играет также вопрос о работе двигателей с наилучшим, по возможности, коэффициентом полезного действия.

Не всегда удается передвижным электродвигателем обслуживать машины только одинаковой мощности; возможна, следовательно, не экономичная работа. Радикальных мер против этого, очевидно, не существует, за исключением правильного подбора двигателей к машинам. Но одна мера к улучшению работы, при сильных недогрузках трехфазных асинхронных двигателей, может быть принята: это переключение обмотки статора с треугольника на звезду. Мощность двигателя при этом понижается примерно в 3 раза, а коэффициет полезного действия улучшается, что видно из нижеследующих данных H. Roth'a (41) (для двигателей в 17 kW):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| полезная мощность | =15 000 | 5 000 | 3 000 | 1 000 | W |
| при соед. Δ-ом к. п. д. | $\eta$ = 0,89 | 0,816 | 0,738 | 0,492 | » |
| » » Y » » » | $\eta$ = — | 0,862 | 0,822 | 0,64 | » |

Как уже указано, это переключение приносит пользу и в отношении Cos $\varphi$ (см. выше). Чрезвычайно интересные результаты может принести дальнейшее развитие этого приема, а именно, применение двух двигателей для работы на общий вал. Если наибольшие мощности их одинаковы, то, включая обмотки статоров в сеть

передаточном числе. (1 и 6). Рисунки 16, 17 и 18 изображают примеры таких конструкций. Первая из них (рис. 16) представляет передачу в две ступени:

от шкива электродвигателя к большому шкиву промежуточного вала и от этого шкива или от сидящего на том же валу малого шкива—к рабочей машине. Шкив электродвигателя должен иметь фрикционную покрышку. Он касается обода большого шкива изнутри.

Вторая конструкция более совершенна: передача от шкива электродвигателя $R_1$ (рис. 18) к шкиву рабочей машины $R_2$ осуществляется при помощи промежуточных роликов с фракционной поверхностью. Эти ролики связаны рамкой (рис. 17), но один может в ней передвигаться, а другой—закреплен неподвижно. Будучи вставлены между упомянутыми шкивами, ролики прижимаются к ним пружинами и вполне устойчиво сохраняют свое положение при работе.

Удобство данного приспособления вполне очевидно. В тех случаях, когда мощности не велики и когда числа оборотов электродвигателя и рабочей машины совпадают или двигатель снабжен зубчатой передачей, дающей на последнем валу подходящую скорость—можно применять для соединения двигателя с машиной гибкий вал или штангу с шарнирами Гука (45).

И то и другое целесообразно в особенности тогда, когда мы желаем по соображениям безопасности расположить двигатель и рабочую машину в разных помещениях, сделав соединение их сквозь стену.

Помимо изложенных механических средств к изменению скоростей, мы, очевидно, можем располагать в с.-х. установках и всеми известными нам средствами электрическими.

Вследствие того, что малые скорости требуются здесь преимущественно для малых мощностей, — при постоянном токе, можно с успехом применить переключение с 440 на 220 V (или с 220 на 110) в комбинации с регулировкой тока возбужденія; при этом можно скорость менять в весьма широких пределах (1 : 3 — 1 : 4).

При переменном токе условия не столь благоприятны. Применение коллекторных электродвигателях не выгодно—по причине их дороговизны и тяжеловесности. С большим успехом, повидимому, могут применяться асинхронные бесколлекторные двигатели с переключением обмотки статора на разное число полюсов (две скорости) или,

параллельно, можно от такого аггрегата получить 5 мощностей, при которых коэффициент полезного действия почти одинаков, равно как и Cos $\varphi$. Если наибольшую мощность его принять за 1-цу, то получим следующий ряд мощностей при различных комбинациях обмоток:

Мощность = 1 — обе обмотки соед. Δ-ом и параллельно.
» = $^2/_3$ — одна обмотка — Δ, другая — Λ »
» = $^1/_2$ — » » » » — выключена.
» = $^1/_3$ — обе обмотки соединены Λ и параллельно.
» = $^1/_6$ — одна обмотка Соед. Λ, другая—выключена.

Для всех этих 5 случаев Cos $\varphi$ = 0,8 — 0,85 и коэффиецинт полезного действия = 0,8 — 0,85.

Очевидно оба двигателя можно соединить в один—с двумя обмотками статора и независимыми магнитными путями для потоков этих обмоток.

Получается, таким образом, сдвоенный электродвигатель соответствующий, повидимому, по своей конструкции сдвоенному электродвигателю для с. х. фирмы Iohann Bruncken (46).

Вышеизложенное в достаточной степени убедительно показывает, насколько велико может быть число различных типов электродвигателей специально приспособленных для сельского хозяйства (47).

Вопрос о выборе электродвигателей поэтому довольно сложен; он осложняется еще иными соображениями, о которых будет речь в следующем параграфе. Отсюда становится понятной тенденция к стандартизации электродвигателей для с.-х., возникшая в эамое последнее время во Франции. Вопрос был поставлен на одном из собраний французского Объединения электрических синдикатов в 1926 г. на обсуждение специальной Комиссии (см. примечание 48).

В нижеследующем дается краткое описание наиболее известных конструкций специальных электродвигателей для с.-х. (49).

*Elmotor* служит для привода машин незначительной мощности, работающих краткими периодами, как например—соломорезки, сенораторы. При помощи двойной зубчатой передачи, заключенной в корпус мотора, число оборотов снижается до 60—70—120.

Соответствующие мощности открытого двигателей 0,3—0,7—1,65
« » закрытого » 0,3—0,6—1,4
» » вес 20—37—60 kg.

Для переноса двигатель снабжен на корпусе ручкой. По числу оборотов и мощности видно, что он может быть применен для непосредственного привода ручных машин.

Для установки вала его на высоте вала приводимой машины служит особая вертикальная рама (станок).

*Elemge-motor*—по мощности и числу оборотов—такого же типа, как и Elmotor. Зубчатая передача—снаружи, в особой коробке. Отличается слабым пусковым моментом—почему снабжается рукояткой для ручного привода в 1-й момент пуска.

*Pass-motor*—по мощности и числу оборотов такого же типа, как и Elmotor, но обладает вертикальным валом, соединенным с конической шестерней, при помощи которой движение передается на горизонтальный вал редукционного зубчатого приспособления. Последнее может быть поставлено выше или ниже при положении двигателя на уровне пола, что достигается трубчатыми устройствами станины, поддерживающей все редукционное приспособление; эта станина может раздвигаться, и сдвигаться подобно зрительной трубе.

*Law-motor* (см. рис. 16) — замечательная французская конструкция. На одном конце вала—шкив; другой конец соединяется с зубчатой передачей, заключенной в корпусе прибора с передней стороны, при чем наружу выходят концы 4-х осей от этой передачи, вращающихся с разными скоростями—40, 60, 100 и 200 оборотов в минуту. От любого из них можно взять привод к валу рабочей машины при помощи штанги с шарнирами Гука Электродвигатель вместе с реостатом и барабаном для гибкого кабеля монтирован на точке.

«*Эстрада*»—двигатель—французская конструкция (I.Estrade) двигателя небольшой мощности с двумя приливами на корпусе в виде ушей—ручки для переноса.

Снабжается описанными выше фракционными роликами (см. рис. 17 и 18) для привода машин.

«Коммунальный двигатель» Thury — установлен в закрытой ручной повозке со всеми принадлежностями: пусковой реостат, барабан для гибкого кабеля и проч. (подробной характеристики этого двигателя в литературе, повидимому, не имеется, равно как и для двигателя системы Japy).

Молотильные установки—заслуживают некоторой доли особенного внимания, так как являются едва ли не наиболее важными установками электрификации сельского хозяйства.

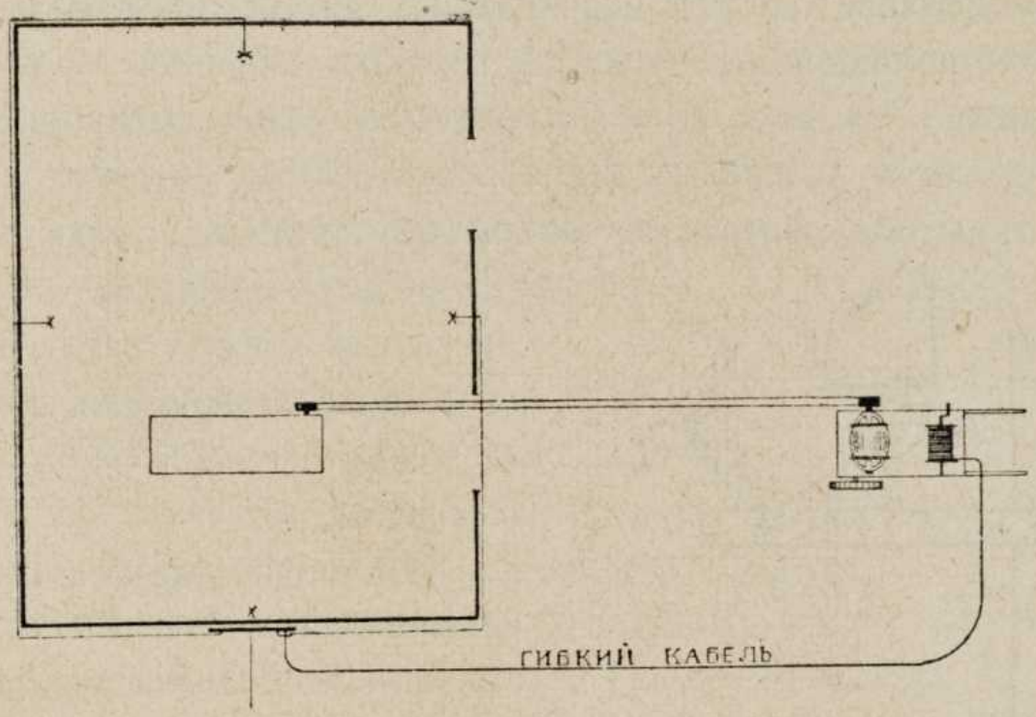



Рис. 19.

Для передвижных, более или менее крупных, молотильных установок применяются преимущественно крытые повозки—вагонетки. Этого рода устройства столь прочно вошли в обиход сельского хозяйства за границей (повсеместно), что размеры их успели как бы стандартизироваться (50).

Сплошь и рядом молотилки от передвижного электродвигателя приводятся даже тогда, когда сами они установлены в закрытом

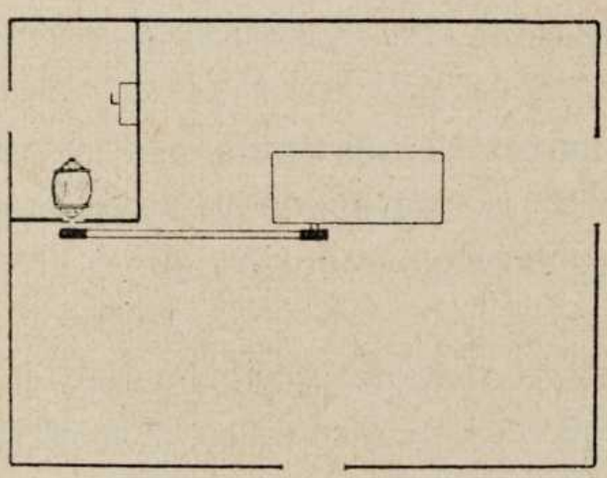


Рис. 20.

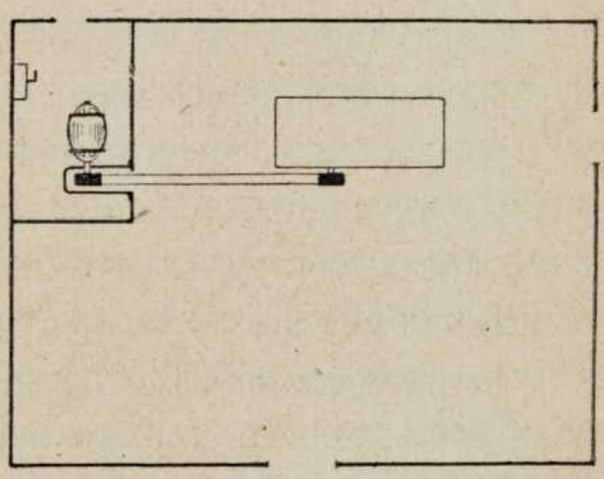


Рис. 21.

помещении. При этом вся присоединительная аппаратура (предохранители и выключатели) герметически закрытая, помещается снаружи здания.

Схема таких устройств показана на рис. 19. Они часто применяются в Швеции и по A. Ekström'y являются типовыми, нормальными (51).

Установка постоянных неподвижных двигателей в закрытых молотильных помещениях связана, главным образом, с условиями безопасности. На рис. 20 и 21 приведены схемы установок, удовлетворяющих этим условиям, причем эти схемы относятся к установке открытого двигателя. Закрытый двигатель просто можно отгородить решеткой. Открытые двигатели следует заключать в несгораемые камеры или отделить их от молотилок несгораемыми перегородками.

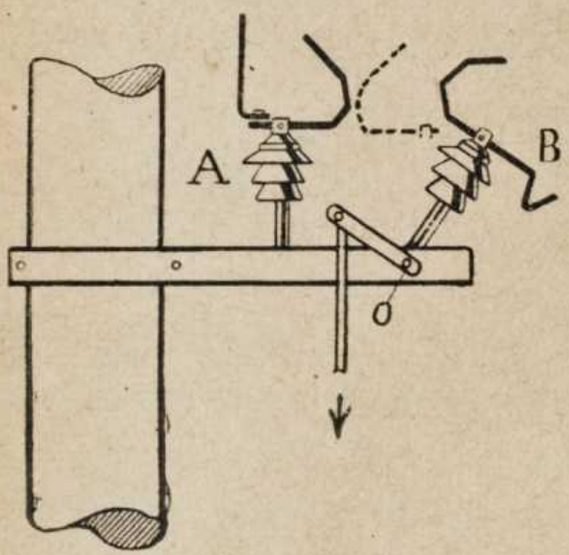



Рис. 22.

Для передвижных повозок, обслуживающих полевые молотилки, чрезвычайно важен вес двигателя. Поэтому здесь целесообразны быстроходные двигателя — не менее 1 400 — 1 500 оборотов в минуту. Соответственно этому скорость ремня должна быть по L. Riefstahl'y (52) (который исходит еще и из других соображений)—не менее 16 m/sec; для молотилок же от 30 до 40 л. с.—до 20 m/sec. и более.

В последнее время появились, специально для передвижных молотилок, двигатели в 3 000 об.-мин. (53). Это, конечно, дает значительное уменьшение веса.

Присоединительные устройства низкого напряжения для молотильных установок описаны нами в § 111. Примером присоединений для высокого напряжения может служить конструкция S.S.W, показанная на рис. 22 (54).

Она состоит из двух рогообразных контактов, укрепленных на изоляторах A и B, причем изолятор B может повертываться около оси — O тягою снизу. Сидящий на нем контакт имеет крючок, на который вешается при помощи изолирующей штанги—присоединяемый провод, после чего контакты сводятся. Несколько иная конструкция,—в виде рубящего выключателя, приводимого в действие штангою снизу, применяется в Швеции.

К высокому напряжению присоединяется обычно трансформатор. Если он помещается в вагонетке, то на крыше ее устраивается иногда особое присоединительное устройство из трех штанг (55). Для небольших электродвигателей трансформатор может быть установлен в одной вагонетке с двигателем, но должен быть отделен от него изолирующей перегородкой. Встречаются открытые разъемные тележки: при перевозке двигателя и трансформатора тележка составляет одно целое; по прибытии на место разделяется на 2 части: двигатель отводится от трансформатора в надлежащее место (56).

В Швеции практикуется применение для молотьбы двигателей высокого напряжения (1500—3000 V.) (57). От этих устройств, однако, по свидетельству Torsten Holmgren, приходится зачастую отказываться по причине большой жизнеопасности.

Полевая молотьба имеет то преимущество, что облегчает транспорт хлеба с поля и уменьшает раструску зерна.

Но зато здесь труднее установить связь молотьбы с последующими операциями, чем в постоянных установках. Такая связь в Швеции достигла большой степени совершенства, отражая идеи фордизма в применении к сельскому хозяйству (58).

Меры к повышению коэффициента нагрузки в сельско-хозяйственных установках, т.-е. к созданию более равномерного графика потребления энергии, сводятся (оставляя с.-х. промышленность в стороне) к принудительному исключению части приемников из работы в некоторые часы суток. В первую очередь по возможности следует избегать совпадения максимума осветительного с силовым. Далее, организация хозяйства должна основываться на равномерной работе двигателей и нагревательных приборов.

Применение последних в хозяйственном обиходе (картофелеварки, общественные кипятильники, инкубаторы) и в домашнем быту могло бы в значительной мере повысить рентабельность электрификации сельского хозяйства. Нет большой вероятности в широком применении этих приборов в нашем сельском хозяйстве в ближайшие годы. Между тем, за границей таковая существует, и вопрос о выравнивании графиков при их участии ставится вполне серьезно (59).

Отступления в правилах и нормах для удешевления сельско-хозяйственных установок.

На основании соображений, изложенных в § II и III, следует отказаться от всяких упрощений правил безопасности для постоянных установок в домах и службах. Исключение, может быть, возможно сделать для внутренней проводки в домах, допустив применение провода сечением 0,5 mm²; такое допущение оправдывается отчасти тем, что по нашим временным правилам (§ 13) рекомендуется проводка проводом, а не шнуром, что можно сделать обязательным при допущении сечения 0,5 mm². Экономия при этом должна получиться около 80 коп. на двор=10% от стоимости материала внутреннего осветительного оборудования (включая лампы). Что касается полевых установок, то для них по нашему мнению можно сделать более решительные послабления—именно в части, касающейся воздушной проводки. Стоимость последней, как известно, ложится тяжелым бременем на электропахоту и молотьбу, в значительной мере уменьшая их рентабельность.

Следует обсудить вопрос о допущении проводов сечением в 6 mm² для высокого и 4 mm² для низкого напряжения, а также вопрос о применении земли в качестве обратного провода. Можно считать доказанной выгодность применения последней меры при высоком напряжении (60). Что касается безопасности, то в этом отношении положение едва-ли ухудшается по сравнению с нормальной проводкой, если будет обращено особое внимание на заземление концов такой линии.

Вопрос же о влиянии на слабые токи не стоит, по нашему мнению, и ставить.

## V. Соображения о выборе электродвигателей.

В вопросе о выборе электродвигателей для с.-х. установок, как и всегда, приходится считаться и с экономическими и с техническими требованиями. Как в тех, так и в других наиболее существенную роль играет подбор мощности, хотя, конечно, следует учитывать также и тип двигателя, его дешевизну, легкость, быстроходность, приспособленность к местным условиям и т.д.

В отношении подбора мощностей передвижные двигатели, обслуживающие несколько производственных машин, находятся в несколько иных условиях, нежели двигатели стационарных установок или обслуживающие одну машину, а именно, для первых т о ч-

ность подбора мощности не играет столь существенной роли, как для вторых. В большинстве случаев первую категорию составляют двигатели малых мощностей, вторую—относительно крупных. Вторая категория, к которой приходится относить и двигатели молотилок,— имеет наибольшее значение для настоящего и ближайшего будущего электрификации сельского хозяйства. На практике, таким образом, сплошь и рядом вопрос о подборе мощности двигателя становится на первый план. К сожалению, надежных данных для решения этого вопроса до сих пор нет. В литературе мы находим ориентировочные цифры. Последние не всегда связаны с производительностью и размерами машины и поэтому не всегда пригодны. Характер работы производственных с.-х. машин, даже столь важных, как молотилки или мельницы, не изучен достаточно детально. Эти обстоятельства затрудняют подбор мощности. В тех случаях, когда производственная машина ставится впервые, задача весьма облегчается, если поставщик может дать гарантированные цифры.

По этой причине следует поднять вопрос о том, чтобы наши заводы с.-х. машин уделяли достаточное внимание всестороннему испытанию своей продукции и располагали всеми данными, интересующими заказчика в отношении мощностей, скоростей, производительности и проч.

Однако, при электрификации хозяйств, уже ранее оборудованных с.-х. инвентарем, установщик электродвигателя не всегда может иметь в руках нужные данные, даже если производственные машины уже находились на приводе какого-либо не электрического двигателя: нельзя полагаться ни на правильность оценки мощности последнего, ни на соответствие ее нужной мощности производственной машины. Отсюда возникает желательность выработки упрощенных и удешевленных динамометрических приспособлений.

Требующиеся на главном валу рабочей машины скорости во многих случаях могут быть выяснены с достаточной точностью— по справочным и литературным данным или по опыту привода от имеющегося уже на месте двигателя, а в случае ручных машин— путем подсчета передаточных чисел; трудность же заключается в определении установившегося момента вращения (M). Интересно было бы опытным путем определить для разного рода машин отношение его к статическому моменту ($M_1$) (моменту при скорости

и ускорении равных нулю). Этот последний на практике можно определить без больших затруднений; коэффициент $\frac{M}{M_1}$ à priori для данного рода машин должен колебаться лишь в узких пределах.

При проектировании установок мы можем для общих подсчетов, руководствоваться литературными данными о мощностях с/х. машин. Таких данных существует много, хотя они, по большей части, даются в весьма широких пределах. Последнее замечание в особенности относится к молотилкам, вследствие большого разнообразия их систем и размеров.

В таблице на стр. 47 помещены подобные ориентировочные данные для некоторых с/х. машин, с которыми наиболее часто можно столкнуться в области электрификации сельского хозяйства (61).

## Руководящие принципы выбора двигателей.

Рассмотрим отдельные, наиболее важные, моменты в вопросе о выборе двигателей.

Быстроходные двигатели—выгоднее тихоходных в подавляющем большинстве случаев. При большей скорости не только в значительной мере уменьшается вес и стоимость, но и заметно увеличивается к. п. д., а также и Cos $\varphi$ у асинхронных двигателей; пример: коротко-замкнутые двигатели на 1 500 и 1 000 синхронных оборотов:

| Мощность. kW. | $\eta_1$ % | $\eta_2$ % | Cos $\varphi_1$ | Cos $\varphi_2$ |
|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 76,5 | 75 | 0,79 | 0,73 |
| 1,5 | 82,5 | 81 | 0,83 | 0,78 |
| 3 | 83,5 | 82,5 | 0,86 | 0,81 |
| 7,5 | 87 | 86 | 0,87 | 0,85 |

В этой таблице $\eta_1$ и $\cos\varphi_1$ — соответствует n=1 500 об. минуту и $\eta_2$ и $\cos\varphi_2$ — для n = 1 000 об/минуту.

Примечание: производительности соломорезок указаны для заготовки корма лошадям; для рогатого скота — производительность этих машин вдвое более.

| | Мощность лош. сил. | Часов произв. | Обор/мин. |
|---|---|---|---|
| 1. Молотилки | | | |
| а) штифтовые без очистки . . . . . | 1,5 | 200 — 250 kg. | 1 200 |
| | 2,5 | 350 — 4 0 „ | 1 300 |
| б) т о ж е с ординарной очисткой . . . . . | 3 | 300 — 350 „ | 1 200 |
| | 5 | 500 — 600 „ | 1 200 |
| в) Бичевые с двойной очисткой . . . . . | 7,5 | 800 — 1 000 „ | 1 250 |
| | 10 | 1 000 - 1 250 „ | 1 200 |
| г) т о ж е с полной очисткой и сортировкой | 25 | 1 500 — 1 750 „ | 1 100 |
| | 45 | 3 500 — 4 000 „ | 900 |
| 2. В е я л к и . . . . . | 0,5 | 750 — 1 000 „ | 250 |
| | 1 | 1 500 — 2 000 „ | 250 |
| 3. Т р и е р ы . . . . . | 0,5 | 500 „ | 600 |
| 4. С о л о м о р е з к и . . . | 0,5 — 1 | 200 — 250 „ | 150 |
| | 2 — 3 | 250 -- 400 „ | 160 |
| | 3 — 5 | 400 — 750 „ | 180 |
| | 5 — 8 | 750 — 1 250 „ | 200 |
| 5. К о р н е р е з к и . . . . | 2 — 2,5 | 650 „ | 150 |
| 6. З е р н о д р о б и л к и . . | 1,5 | 350 „ | 400 |
| | 7,5 | 1 300 „ | 400 |
| 7. Жмыходробилки . . . . | 2 | 1 000 - 1 500 „ | 140 |
| 8. Машинки для стрижки лошадей . . . . . | 1/2 | 2 лош. | 1 300 |
| 9. Насосы для навозной жижи . . . . . | 1/2 | 220 m³ | |
| 10. Насосы, центральн. для доильных установок . . . | 3 | 900 „ | 390 |
| 11. Мельницы . . . . . | | | |
| Ск. 6 четверт. | 8 — 10 | 200 | 250 |
| 7 | 12 — 15 | 260 | 170 |
| 8 | 15 — 20 | 350 | 150 |
| 12. С е п а р а т о р . . . . . | 0,75 | 300 l. | 550 — 600 |
| | 1 1/2 | 600 l. | |
| 13. М а с л о б о й к и . . . . | 2 | 65 kg. | 30 |
| 14. Круглая пила для дров . | 3 | 5 пог. метр. 1-ой резки | 1 200 |
| | 5 | 8 пог. метр. 1-ой. резки | 900 |

При ординарной ременной передаче двигатели с $n^1 = 1\,500$ можно применять почти для всех машин, у которых имеются валы с числом оборотов $n^1 \geqslant 200$ (см. вышеприведенную таблицу).

Фрикционная передача, или ременная с лениксом, дает возможность применять эти двигатели почти для всех случаев с/х. практики, а именно для машин с $n^1 \geqslant 100$ (Примером исключений может служить маслобойка: $\eta^1 = 30$).

Таким образом (вопреки некоторым мнениям) двигатели тихоходные и даже с $n = 1\,000$ для с/х. практики по большей части не являются экономически целесообразными и необходимыми.

Двигатели с $n = 3\,000$ об/мин. могут применяться с успехом:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Для молотилок | — | при ординарной | ременн. передаче. |
| Для быстроходн. соломорезок | » | » | фрикц. передаче. |
| Для сепараторов | » | » | ременн. передаче. |
| Для траворезок | » | » | фрикц. передаче. |
| Для веялок | » | » | » » |
| Для триеров | » | » | ременн. передаче. |

Вышеизложенное справедливо в предположении, что представляется возможным сменить шкив или посадить новый шкив на соответствующий вал машины.

В некоторых случаях это затруднительно; пример: мельницы малой мощности с вертикальной осью.

В таких случаях может оказаться необходимым применять двигатель с $n = 1\,000$ об/мин. или быстроходный с зубчатым редуктором скорости.

Электродвигатели с кольцами — во всех отношениях менее целесообразны, чем электродвигатели короткозамкнутые: более опасны, обладают меньшим к. п. д. и $\cos\varphi$ и значительно дороже. Применение их может быть оправдано только условиями пуска при больших мощностях, где, однако, можно применять и короткозамкнутые с пусковыми трансформаторами.

Число передвижных двигателей и мощность их с полной определенностью могут быть выяснены только сообразно с местными условиями; в частном случае, когда все с.-х. работы и производства объединены в один комбинат,—таких двигателей может и не быть. Однако для хозяйств уже существующих и, в частности, для раздробленных крестьянских хозяйств в деревнях —

применение передвижных двигателей неизбежно. При этом приходится руководствоваться вполне очевидным положением: двигатель может быть применен в разных местах только на такие работы, которые могут не совпадать во времени. Соблюдение этого условия зависит от соотношения производительности рабочих машин и потребностей хозяйства, а также от того периода времени в году, в пределы которого должна укладываться данная с.-х. работа. Чем больше производительность машины по сравнению с потребностью хозяйства, тем больший промежуток времени она может в течение каждого дня находиться в бездействии. При этом обслуживающий ее двигатель может быть употреблен на другие работы.

Понятно, что при таком положении коэффициент использования данной машины — крайне плох. Поэтому при первоначальном оборудовании хозяйства машинным инвентарем следовало бы для каждой операции по с.-х. взять машину наименьшей производительности, достаточной для обслуживания потребностей хозяйства в наибольший допустимый срок.

Например, если таковым для молотьбы считать 60 дней = 480 часов, то требуемая производительность P молотилки в час определится из равенства:

$$P = \frac{Q}{480.\ \alpha}$$

где Q — подлежащий обмолоту урожай хлеба (в зерне) и $\alpha$ — коэффициент простоя молотилки $< 1$.

Подобный расчет для молотилок можно произвести всегда, и они поэтому имеют наибольшую относительную загрузку, и весьма трудно найти с.-х. работы, кроме полевых, которые не совпадали бы с молотьбой. Таким образом, оказывается, что в период молотьбы должен быть специальный двигатель на молотилку, который не может быть употреблен ни на какие другие работы.

Подобные же соображения имеют силу, например, и для мельниц с той разницей, что период помола гораздо длиннее периода обмолота. Оба они частично совпадают, что мешает, к несчастью, возможности без удлинения рабочего дня применять один и тот же двигатель для молотьбы и помола.

Для того, чтобы двигатель молотилки не был тяжелой обузой хозяйству, необходимо изыскать для него еще и другое применение.

Таковым может быть, например, пилка дров и обслуживание подсобных производств: щеподралочных станков, шерсточесальных машин и т. п.

Что касается мелких с.-х. машин, то упомянутый расчет к ним применим лишь в более или менее крупных хозяйствах. Это объясняется значениями величины их наименьшей производительности. Например, веялка при мощности 0,5 л. с. дает часовую производительность 300—500 kg зерна, что за те же 60 дней даст 9 000—15 000 пудов, т. е. урожай со 100 — 200 десятин земли под зерновыми злаками.

В небольших хозяйствах коэффициент использования малых с.-х. машин должен быть, поэтому, не велик, и они всегда могут быть обслуживаемы одним двигателем.

В очень крупных хозяйствах приходится решать, что выгоднее: брать ли наименьшую производительность сельско-хозяйственных машин и соответственно этому—бóльшее число обслуживающих двигателей или, напротив, — преувеличенную против потребности производительность машин при меньшем числе двигателей. Повидимому, последнее является более выгодным (судя по распространению передвижных двигателей за границей).

Понятно, что передвижной двигатель должен, нормально, выбираться по наибольшей, требующейся от него мощности, хотя в некоторых случая можно допускать и перегрузку (при очень кратковременной работе).

Если хозяйство уже оборудовано производственными машинами то при его электрификации следует выяснить детально соотношение, производительности отдельных машин с потребностями хозяйства и тогда уже решать вопрос о мощности и числе передвижных двигателей.

## VI. Обзор специфических установок с.-х.

В нижеследующем обзоре некоторых особых устройств сельского хозяйства, связанных в заграничной практике с применением электричества, мы лишены возможности подробно останавливаться на экономике этих устройств, потому, что правильная экономическая оценка их лежит в значительной степени вне компетенции и объема настоящего доклада, хотя следует признать, что

именно вопросы экономики играют в них первенствующее значением.

Инкубаторы.—Этого рода устройства относятся к промышленному птицеводству и со временем сулят у нас широко распространиться, так как у нас имеются к этому, повидимому, все благоприятные данные.

Выгодность применения электрических инкубаторов доказывается иностранной практикой птицеводных хозяйств. В Бельгии, Франции и Америке имеются хозяйства, производящие инкубацией свыше 40 000 цыплят в год.

В С. Ш. А. уже к 1923 году насчитывалось 1 260 инкубаторов общей емкостью свыше 560 000 яиц (62). Электрический инкубатор имеет вполне очевидные преимущества перед иными системами, почему и вытесняет их из обихода. Как потребитель энергии, он должен быть для станции весьма желателен, т. к. дает равномерную нагрузку.

Что касается конструкций электрических инкубаторов и процессов, сопровождающих их работу, то, к сожалению, по этим вопросам в литературе мы не находим достаточно исчерпывающих материалов, описаний и исследований (62[а]). В основном инкубатор—нагревательный прибор с автоматической регулировкой температуры и возможностью регулирования степени влажности и количества притекающего воздуха. Автоматическая регулировка температуры выполняется термостатами и аналогичными приборами, с точностью до 0,1°С.

В качестве нагревательных элементов могут служить просто угольные лампы накаливания (63); подобные конструкции, однако, едва-ли целесообразны. Более предпочтительны инкубаторы с нагревательными элементами из проволоки специальных сплавов. Они строятся разнообразной вместимости—от десятков до тысяч яиц, причем большие делаются многоярусными и снабжаются, по большей части, выдвижными ящиками для укладки яиц (62[а]).

Период инкубации в целом продолжается около 3-х недель; % выхода цыплят зависит, конечно, от качества яиц, и составляет от 50 до 80%; потребляемая мощность колеблется в пределах от $^1/_3$ до 1 W на яйцо: Например:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Инкубатор Hearson'a (62) на | 200 | яиц | треб. | мощн. | 70 | W |
| » SSW | » 60—80 | » | » | » | 70 | » |
| » » | » 180—200 | » | » | » | 120 | » |

Расход энергии в высокой степени зависит от температуры помещения: чем она выше, тем расход энергии на инкубацию меньше. Если инкубаторное помещение имеет хорошую тепловую изоляцию, то оно может быть нагреваемо от тех же инкубаторов. Подобные установки встречаются (64).

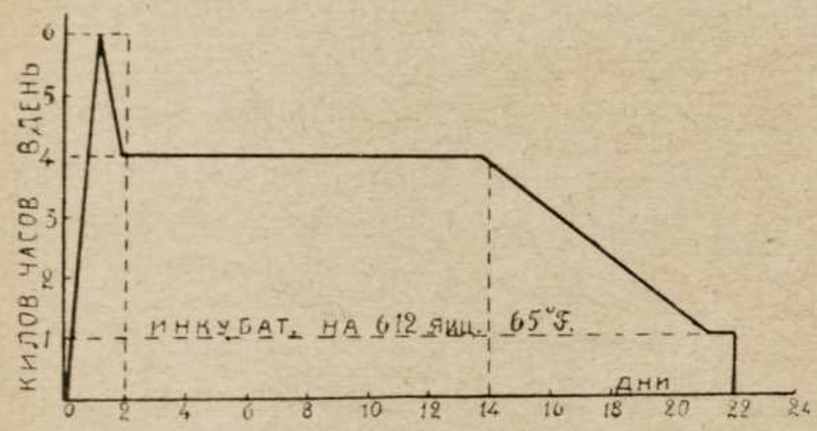



Рис. 23.

Повышение температуры помещения имеет свои пределы. Они связаны с условиями охлаждения яиц в инкубаторах, с условиями работы обслуживающего персонала и осуществлением вентиляции. Вполне допустима температура 20—25°C.

Расход энергии, в общем, колеблется от 0,15 до 0,30 kWh на 1 яйцо.

В первый день после закладки яиц расход энергии составляет максимум. Это объясняется расходом тепла на предварительное нагревание яиц и самого инкубатора. Далее, в течение 12 дней расход энергии остается постоянным; с момента же начала вылупления цыплят—он постепенно падает.

На рисунке 23 изображена кривая суточного расхода kWh для инкубатора ф. Petaluma Incubator Company емкостью 612 яиц при мощности в 475 W и температуре помещения 65°F.

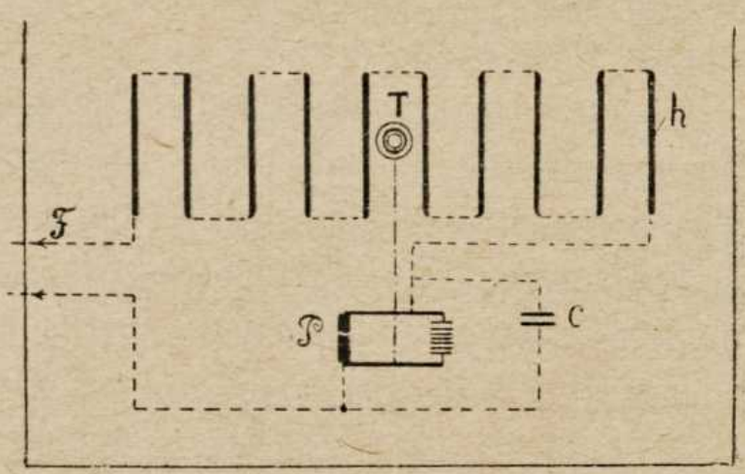



Рис. 24.

При расчете стоимости эксплоатации инкубаторов следует, конечно, учитывать их обслуживание. Для упомянутого только что инкубатора стоимость обслуживания в Сев. Ам. С. Ш. составляла величину, примерно, такую же, как и стоимость энергии, при цене последней около 2,5 цента (5 коп.) за 1 kWh (64).

Схема конструкции этого инкубатора изображена на рис. 24. Он обслуживается 10-ью нагревательными элементами, расположенными на расстоянии 7″ друг от друга, имеющими сопротивление 2,83 Ω и допускающими наибольший ток в 4 А. Элементы эти соединены последовательно между собой и с разрывным контактом, который управляется термостатом. Конденсатор служит для тушения дуги.

На ряду с инкубаторами, в птицеводстве за последнее время многими признается выгодным освещение курятников. Этим путем, повидимому удается искусственно увеличить носкость кур в зимний период (с ноября по март месяц).

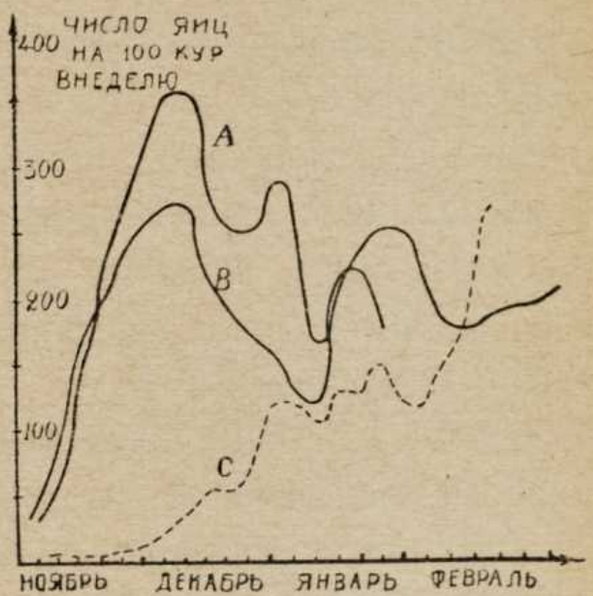



Рис. 25.

К сожалению, определенности и ясности в этом вопросе еще менее, чем в вопросе об инкубации. Имеющиеся в литературе сведения носят слишком общий и не вполне научный характер. Достоверным можно признать лишь одно, что куры действительно несутся в зимние месяцы при освещении курятников лучше. Однако, какими техническими условиями должно быть обставлено это освещение; какие, например, нормы освещенности при этом следует применять для достижения наилучшего эффекта,—сказать пока трудно.

На рис. 25 представлены кривые, характеризующие носкость кур при разных условиях в течение периода с 1 ноября по 1 марта (65).

Кривая А—соответствует пребыванию кур в хорошем и освещенном курятнике (освещение с сумерок до 9 часов утра).

Кривая В—в освещаемом, но холодном:

Кривая С—в хорошем, но не освещаемом.

По R. B. Matthews'y увеличение носкости кур составляет от 15 до 43%—в среднем за зимний период. Для отдельных месяцев это увеличение, как видно из кривых, может достигать процента гораздо большего.

Выгодность освещения курятников, если верить американским сообщениям, довольно велика. Так в Elcctrical World (65) находим следующий пример: ферма получила в течение марта месяца прирост выхода яиц на 225 дюжин, — на сумму 87 долларов, причем освещение обошлось всего лишь в 3,12 долларов.

Необходимо, однако, учитывать возможность понижения носкости кур в летнее время и их более быстрое старение при широком применении освещения курятников.

Доильные установки. Доильные машины получили большое распространение в Америке, Канаде, Австралии и Новой Зеландии; в последней до 16 000 ферм применяют эти машины. Основная идея их конструкции сводится к подражанию действиям теленка, когда он сосет молоко. Молоко извлекается из вымени коровы при помощи прерывистого, пульсирующего вакуума, создаваемого насосом в бадье и особых трубках, присоединяемых к сосцам. Пульсация вакуума осуществляется при помощи особого прибора, называемого пульсатором.

Роль электричества состоит только в приведении в действие насоса.

Насос может обслуживать одну машину или несколько — в последнем случае получается централизованная установка. Наибольшего внимания заслуживают централизованные системы Alfa-Laval. В них применяется отдельный трубопровод для пульсации, создаваемой пульсационным реле.

Небольшие доильные машинки с двигателем мощностью 30 W нашли применение во Франции. Вес такой машинки вместе с двигателем и проч. приборами составляет ~10 kg (25 фунтов).

Мощность двигателя в централизованной установке колеблется от 2-х до 5 л. с. Производительность—соответственно от 60 до 150 коров в час, расход энергии $\sim \frac{1}{50} - \frac{1}{30}$ kWh на корову.

Применение рассматриваемых машин на молочных фермах вполне целесообразно не только с экономической, но и едва-ли не в большей степени — с гигиенической точки зрения.

## VII. Вопрос о приспособлении электропромышленности С. С. С. Р. к нуждам сельского хозяйства.

Этого вопроса мы можем здесь коснуться лишь всколзь.

В предыдущих параграфах мы постарались осветить и специфические условия сельского хозяйства для эксплоатации электрических установок и те достижения по части конструкций элементов этих установок, которые мы наблюдаем в иностранной технике.

Рассмотренный материал в отношении конструкций, которые наша электропромышленность должна выработать для нужд сельких потребителей позволяет наметить нижеследующую ориентировочную программу:

I очередь — конструкции, обеспечивающие безопасность:

1. Готовые вводы (типа AEG).
2. Провода с механической и химической защитой против аммиачных паров и сырости (антгигронный провод SSW).
3. Присоединительные устройства для внутреннего употребления (типа A. E. G.)
4. Т о ж е для воздушных линий.
5. Штанговые выключатели для внутренних установок в сырых помещениях.
6. Патроны из изолирующего материала.
7. Предохранители перенапряжений для установки при домовых вводах.
8. Гибкие кабели.
9. Двигатели, защищенные против пыли и с закрытыми кольцами.

II очередь—Конструкции удешевления стоимости эксплоатации и удобства.

1. Быстроходные двигатели для молотилок (3 000 обор.)
2. Передвижные двигатели на разные скорости и мощности (типа „Law“).
3. Маленькие переносные двигатели с редукцией на малое число оборотов (типа „Elmotor“).
4. Двигатели на 380/220 V для работы с переключателем со звезды на треугольник.
5. Конденсаторы для компенсации (AEG) сдвига фаз.

III очередь — конструкции удобства:

1. Оборудованные трансформаторные повозки от 10 kW.
2. Оборудованные повозки для двигателей от 10 kW.
3. Гибкие валы, фрикционные передачи.

IV очередь:

1. Фрезы.
2. Нагревательные приборы специального назначения (инкубаторы, сушилки, картофелетушилки).
3. Устройства специальн. назначения:
   а) автоматическое водоснабжение (AEG).
   б) доильные установки.

Вполне понятно, что изложенная программа не охватывает всех задач сельского электроснабжения, т. к. нашему рассмотрению не подлежали вопросы станций и сетей.

Года два тому назад уже поднимался поставленный в настоящем параграфе вопрос. Однако у нас нет данных сказать, что с того времени в положении его произошли какие-либо существенные изменения.

---

## Примечания к тексту доклада.

(1) J. I. E. E., № 64; авг. 1926 г. и № 60—1922 г. стр. 726.

(2) Этих производств мы касаемся лишь постольку, поскольку они могут встретиться в любом хозяйстве.

(3) Кроме того, можно отметить еще применение ультрафиолетовых лучей для усиленного развития роста цыплят, что, впрочем, находится в стадии опытов.

(4) Следует упомянуть еще опыты с освещением пчельников.

(5) С. Кукель.

(6) Доклад R. B. Matthews'a в англ. институте инж. электриков в 1926 г. сопровождался большой дискуссией об электроплугах; см. J. I. E. E. авг., сент. 1926 г.

(7) C. D. Beenken—E. T. Z. № 34—25 г. «Пожары вследств. неудовл. сост. электрических установок», реф. «Электричество» № 4—1926 г.

(8) K. Schneidermann: «Der Einfluss mangelhaften elektr. Anlag. auf die Feuersiherheit besond. in der Landwirt.» E. T. Z.—№ 16—1923 г.

(9) «Электричество» № 10—1923 г.

(10) E. T. Z. стр. 314—1926 г.

(11) El. B.—№ 5—1923 г. стр. 49.

(12) E. T. Z.—№ 13 стр. 452—454. Vogel.

(13) Нормы V. D. E., E. T. Z № 46—1925 г.

(14) Инж. А. И. Бухштаб. «Изв. Электротреста Центр. Района» № 8—9—1923 г. стр. 198.

(15) «Электричество» № 10—1923 г.

(16) El. W. 26 янв. 1924 г., реф. ж. «Электричество»—1924 г.

(17) Относительную опасность применения 220 V в некоторых случаях с.-х. практики отмечает Vogel--см. примеч. (12).

(18) L'El. №№ 1363, 1368, 1369, 1367; рефер. «Электричество» № 3, 6, 8—1925 г.

(19) E. T. Z.—№ 46—1925 г.

(20) «Technik in der Landwirtsch.» № 8—1923 г. стр. 139.

(21) «Vorschriftenbuch des V. D. E. изд. 25 г.; E. T. Z—№ 35, 1925 г.

(22) «Электричество» № 11—1925 г.

(23) «E. T. Z.—№ 13 -1925 г. стр. 452, Vogel.

(24) E. T. Z. № 9—1926 г.

(25) E. T. Z. № 26 -1926 г. Sim.—Zeitschift № 4—1925 г.

(26) L'Elettrotecnica, 25 сент. 1923 г.

(27) Общий прейскурант Сименса на русск. языке изд. 1924 г.

(28) El. B. № 5 - 1923 г. стр. 49. В Касселе в течение 3-х лет было установлено до 10 000 таких приспособлений.

(29) Подобные двигатели примен. также для привода нефтяных буровых и черпальных воротов.

(30) «Techn. in der Landw.» № 8—1923 г.

(31) «Электрификация с. х. в Швеции» А. Куликовский ж. «Электрификация» № 1—1926 г.

(32) Siemens-Zeitschrift, февр. 1924 г.

(33) E. T. Z.—№ 42—1926 г.

(34) E. T. Z.— № 24— 1926 г., прения по докладу G. Scharowsky «Die weitere Entwicklung der cos $\varphi$-Frage»

(35) Расчет падения напряжения произведен приближенно по формуле

$$\Delta E = I.\ Z.\ \sqrt{3},\ \text{где}\ Z \simeq \sqrt{r + x^2},\ r = \frac{1}{7{,}25\ q} \cdot \alpha$$

l— расстояние до конечного пункта, q—сечение провода;
$\alpha$—коэфф. скин-эфекта; принято:

для $I = 2{,}88$ $\Delta$ $(\cos\varphi = 1)$ $\alpha = 1{,}33$
» $I = 4{,}8$ $(\cos\varphi = 06)$ $\alpha = 1{,}5$

$x = 2\pi f.\ L.\ \beta.\ l$; L—к. самоинд, на 1 km, определен по известной формуле $\beta$—коэффиц. повышения самоиндукции железных проводов по сравнению с медными;

для $I = 2{,}88$ . . . $\beta = 9{,}4$
» $I = 4{,}8$ . . . $\beta = 9{,}8$

(36) Эту цифру мы исчисляем, исходя из указания L. Hartwagner'a (M. E. W.—сент. 1923 г., нов. компенсир. двигатель ф. Sachsenwerk) относительно стоимости компенсир. двигателей ф. Sachsenwerk, а именно, что таковая 20% выше стоимости нормальн. асинхронного двигателя с кольцами; последний при мощности 5 л. с. стоит по современным ценам ок. 410 рубл. Короткозамкнутый — около 330 р.; следовательно стоимость компенсации $= 1{,}2 \cdot 410 - 330 = 162$ р., а на 1 kW потребляемой мощности $\sim \frac{162}{5} \sim 35$ рубл.

(37) El. W.—12 дек. 1925 г.

(38) «Helios»—5 дек. 1926 г.

(39) О выгодности применения конденсаторов—см. выводы в докладе G. Scharowsky на годовом собрании V. D. E. в Данциге, в 1925 г.; E. T. Z.—№ 24—26 г.

(40) Bull. Soc. Fr. El. № 46—июнь 1925 г.

(41) E T Z—№ 2—1921 г. стр. 33.

42) E T Z—№ 7—1921 г. стр. 160, Krohne.

(43) «Sammlung Göschen» Niethammer—«Электродвигатели».

(44) Применяется в Лаборатории Электрификации С.-Х. при Ленингр. Политехническом Инст-те.

(45) Применение гибкого вала для мощностей до 2 $^1/_2$ л. с. см. «Helios» № 10—7/III 26 г. стр. 70.

(46) Techn. in der Landw.» № 6—1923 г. стр. 98.

(48) «The Electrical Review» 16 апреля 1926 г. стр. 627.

(47) На Лионск. выставке по Электрифик. с.-х. в 1924 г. принимало участие свыше 200 фабрикантов, конструкторов, поставщиков и т. д. — R. G. E. 28/III 25 г. стр. 491.

(49) По нижеследующим источникам: а) Общий прейскурант Сименса изд. 24 г. б) «Technik in der Landw.» № 6—1923 г. стр. 98—C. Buschkiel. в) R. G. E. — 28/III 25 г.—A. Delamare. г) Elec. Rev.—ноябрь 7/14—1924 г.—R. B. Matthews. д) El. R.—апрель 9—1926 г. е) «Электрификация» № 4—1926 г.—А. Куликовский и др.

(50) J. I. E. E., 1922 г. № 311.

(51) « El. R.»—3 дек. 1926 г.

(52) «Techn. in der Landw.» № 10/11—1923 г.

(53) «El. R.» — 9 апр. 1926 г.

(54) «Starkstromtechn.» B. II. 1922 г. E. v. Rziha und J. Seidener стр. 477—479.

(55) «Die Elektrizit. in der Landw.» H. Wallem. 1910 г. стр. 23.

(56) «E. W»—27/III 26 г. стр. 671.

(57) «E. W.»—24/I 24 г. стр. 180 — Torsten Holmgren; The El. R.—3/XII 26 г.—A. Ekström.

(58) «Электрификация» № 1—1926 г. А. Куликовский: «Электрификация с.-х. в Швеции.

(59) Схема распредел. нагрузки (по времени) между различного рода приемниками R. B. Matthews'a см. The El. Rev. июль 23—1926 г. или J. I. E. E.—авг. 1926 г.

(60) Georges Viel: «Distributions rurales économiques d'énergie par lignes en fer galvanisé ou en cuivre avec retour par la terre». R. G. E. № 8—25/VIII 23 г.

(61) Источниками к составлению этой таблицы послужили: а) «Die Elektrizit. in der Landw.» H. Wallem, 1910 г. б) статья R. B. Matthews'a в J. I. E. E. июль 1922 г. (№ 311). в) Starkstromtechnik—E. V. Rziha and J. Seidener, B. II. 1922 г. стр. 482. г) Известия ЭЦР—авг/сент. 1923 г. Из последнего источника взяты данные о молотилках, где к сожалению не указано происхождение этих данных.

(62) «Electro-Farming» № 5—1925 г.

(63) «The Electrician»—25/IX 25 г. стр. 349.—Описыв. инкубатор на 150 яиц; для нагрев. употребл. 8 шт. угольн. ламп; расход энергии 0,3 kWh на цыпленка.

(64) El. W—24 г. 23 авг. стр. 373. Harold E. Bell опис. уст-ку в Корнвалисе общей емкостью на 80 172 яйца; помещение 44 × 150 обогревается инкубатором.

Стоимость энергии на 100 цыплят 0,5—0,58 доллара.

» » и обслуживания на 100 ц.—1,2 долларе.

(65) El. W.—11/IX 26 г. Electricity on Farms pays. проф. Stewart.

(62a) «The El. R. «Dec. 12—1924 г. R. B. Matthews. указ. на доклад Atrinson'a. «Научные принципы искусственной инкубации». В статье представлен грандиозный инкубатор на 10 368 яиц.

**Цена 55 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.349. Тираж 1700 экз.—3¾ л.

# XI ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инженера*
*Е. Н. Горевой.*

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ КОНСЕРВИРОВАНИЯ КОРМОВ.

### Программа доклада

1. Химико-биологические процессы, происходящие при силосовании корма.
2. Силосование при помощи электрического тока.
3. Силосование при помощи теплого воздуха.
4. Результаты применения электрического-силосованного корма в хозяйстве.
5. Искусственное приготовление сена.

### 1. Химико-биологические процессы, происходящие при силосовании корма.

Консервированный зеленый корм, как это показала западноевропейская и в особенности американская практика, является незаменимым продуктом в животноводческом хозяйстве.

Силосование производится таким образом, что скошенные растения укладываются в яму или силос, плотно утрамбовываются и покрываются сверху тяжелым и воздухонепроницаемым покровом.

В продукте под влиянием энзиматических и бродильных процессов происходит разложение вещества, в результате чего получается прекрасно усвояемое кормовое вещество.

Неблагоприятные климатические условия, постоянная сырость и осадки в некоторых районах, и невозможность, благодаря этому, приготовления хорошего, а, иногда, и вообще всякого сена—вот причины, вызвавшие на свет новый способ консервирования растительных кормов. К этому нужно еще добавить, что целый ряд сельско-хозяйственных продуктов и отбросов переработки сельскохозяйственного сырья могут быть сохранены на зиму и использованы для прокормления скота в силосованном виде. К таким продуктам надо отнести свежие водянистые корма, за исключением картофеля и корнеплодов, зеленую траву, ботву, сорные травы, отбросы свекло-сахарного и крахмального производств и т. д.

После того, как растения скошены, они продолжают еще некоторое время жить и дышать.

Дыхание их выражается в поглощении кислорода воздуха и выделении углекислоты и воды и представляет собою процесс медленного окисления части органических веществ клеток (безазотистых веществ и, главным образом, крахмала и сахаров), результатом чего является освобождение значительного количества энергии, выделяющейся, в конечном результате, в виде тепла. Процесе дыхания является энзиматическим процессом [1]), и ни одно из веществ не может быть непосредственно окислено кислородом, а подвергается предварительно гидролитическому расщеплению, или окисляется в присутствии кислорода при помощи окислительных энзим, от деятельности которых и зависит энергия дыхания.

Деятельность и развитие энзим непосредственно зависит от температуры, влажности и наличия кислорода. Повышение температуры увеличивает с одной стороны жизненные свойства энзим, а следовательно, и интенсивность дыхания, однако же высокие температуры действуют уже разрушающе на энзимы.

Влажность, значительно в большей степени чем температура, усиливает дыхание.

Наконец, кислород, как вещество непосредственно участвующее в процессе дыхания, является существенно необходимым для нормального течения процесса.

При полном отнятии кислорода от растения процесс выделения углекислоты продолжается, но он берет свое начало уже не в процессе нормального дыхания, а благодаря интрамолекулярному дыханию, за счет расщепления безазотистых веществ и, главным образом, углеводов.

---

[1]) На вопрос о том, что представляют собою энзимы, существует много гипотез часто взаимно противоречащих. В общем эти гипотезы можно разделить на 2 группы—химическую и физическую.

Сторонник химической теории Э. Фишер предложил гипотезу, согласно которой энзимы предполагаются содержащими в себе ассиметрический атом углерода, а стало быть представляют собою химические соединения.

Сторонники физической теории рассматривают энзиматическое действие как проявление силы, пока неизвестной, но которой можно пользоваться и которую можно измерить.

Энергия, обсвобождающаяся при дыхании в конечном результате, идет на повышение температуры, зависящей как от хода процесса, так и от количества сгорающих веществ.

Во время интрамолекулярного дыхания, сгорание вещества не идет до конца, следовательно выделяется не полная теплота сгорания, а только незначительная часть ее. Это количество тепла настолько незначительно, что не играет серьезной роли в процессе силосования; причиной нагревания зеленого корма сложенного в силос и изменения его состава является главным образом деятельность грибков и бактерий попадающих вместе с кормом в силос.

Процесс брожения в растительных продуктах происходит благодаря присутствию микроорганизмов, при чем благоприятной почвой для их развития являются вещества, богатые углеводами и водой. Под брожением понимают процесс распадения сложных органических соединений, происходящих без участия кислорода воздуха и дающий ряд продуктов, заключающих значительно меньший запас связанной энергии, чем начальный материал.

В результате брожения образуются кислоты, из которых главнейшими являются уксусная, масляная и молочная кислоты. При преобладании уксусной и масляной кислот готовый корм имеет отвратительный запах и кислый вкус; при этом происходит разложение белковых веществ и корм делается вредным для скота. Корм же с преобладанием молочной кислоты имеет многие ценные качества. Молочная кислота придает корму вкус (вкус не пресный) и что самое главное стерилизует его и способствует его длительному сохранению.

Грибки и бактерии принадлежат к паразитам, не могущим как высшие растения синтезировать углеводы из углекислоты воздуха и нуждаются для поддержания своей жизни в источнике готовых органических материалов, каковыми являются различные соединения углерода, как углеводы в различных стадиях гидролитического расщепления, органические кислоты, жиры и т. д.

Грибки и бактерии обладают свойством выделять из себя разного рода энзимы, назначение которых состоит в расщеплении органических веществ и перевод их в усвояемые грибком состояния; органические вещества претерпевают разнообразные изменения, в результате чего в силосе в конце концов накопляются различные кислоты, эфирные соединения и проч.

От развития бактерий температура в силосе повышается, при чем, в зависимости от теплоты и количества воздуха, развиваются те или иные бактерии и преобладающее значение в корме имеют те или иные кислоты.

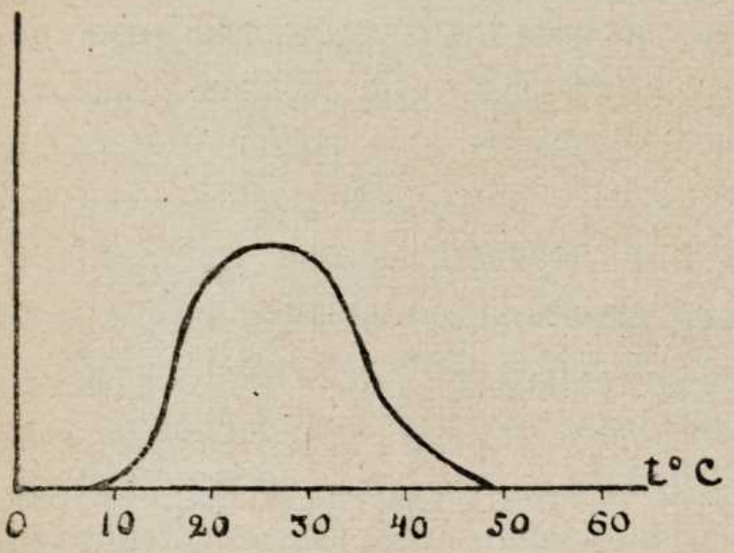



Рис. 1. Тепловой эквивалент жизнедеятельности уксусно-кислотных бактерий в единицу времени.

Так установлено, что при температуре от 18 до 33°С (см. рис. 1) получают наибольшее развитие бактерии производящие уксуснокислое брожение (как результат получается уксусная кислота—$C_2H_4O_2$).

При температурах 35—37°С развиваются бактерии, производящие масляно-кислое брожение (см. рис. 2) (масляная кислота—$C_4\ H_8\ O_2$) и, наконец, при температурах 45—50°С (см. рис. 3) получается молочно-кислое брожение (молочная кислота $C_3H_6O_2$). При развитии последующих тие пов бактерий предыдущи- погибают.

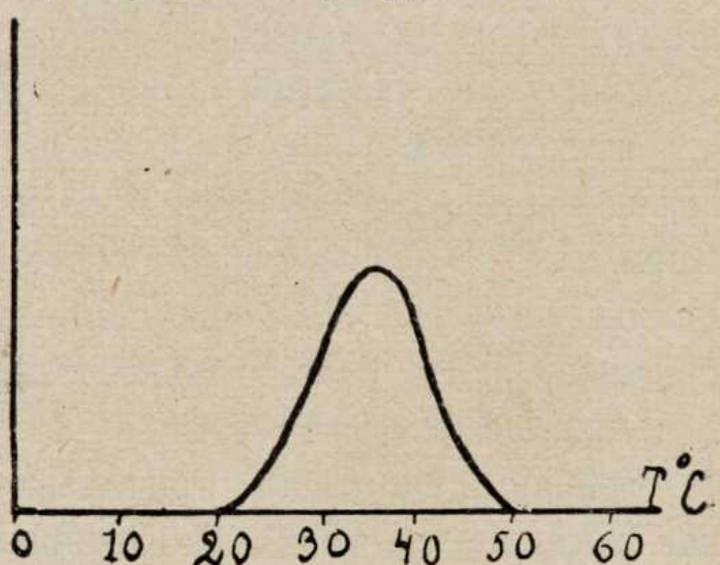



Рис. 2. Тепловой эквивалент жизнедеятельности. масляно-кислотных бактерий в единицу времени.

В хорошо силосованном корме, количесто кислот должно быть незначительным, допустимое процентное содержание их не должно превышать ниже-приводимых норм.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Молочная кислота | 1 —1,5% | от | вещества | корма |
| Уксусная » | 0,4—0,5% | » | » | » |
| Масляная » | 0% | » | » | » |

Суммарное количество кислот не должно превышать 2% от вещества корма; тогда молочная кислота составит 50—75% от суммарного количества кислот.

Уксусная кислота составит 25—30% от суммарного количества кислот.
Масляная » » 0% » » » »

Остаток составляют остальные виды кислот.

Важнейшей органической частью растения являются белковые вещества. Согласно данным Келлнер'а [1]) средней состав белковых веществ состоит из

| | |
|---|---|
| Углерода | 52% |
| Водорода | 7% |
| Азота | 16% |
| Серы | 2% |
| Кислорода | 23% |

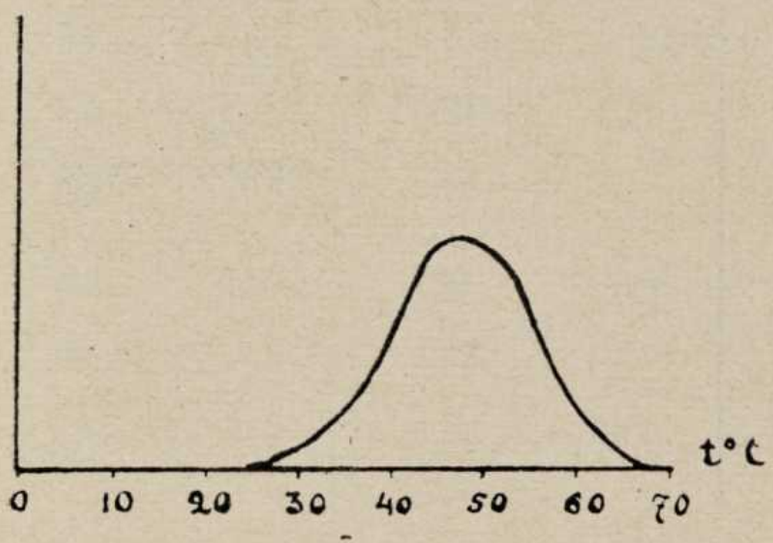



Рис. 3. Тепловой эквивалент жизнедеятельности молочно-кислотных бактерий в единицу времени.

Вместе с белковыми веществами наибольшее значение в мысле питательности для скота имеют углеводы, сахар и крахмал.

За исключением действия минеральных солей и белковых веществ на организм, все остальные вещества могут быть заменены, по производимому им эффекту, соответственным количеством крахмала.

То количество крахмала, которое в отношении производства жира, тепла и силы а иногда и молока производит то же действие, что и 100 kg данного корма, носит название «крахмального достоинства». Оценка питательности продукта может вестись в пересчете на крахмальное достоинство.

Нижеприводимая таблица [2]) дает данные относительно состава некоторых кормов в свежем, силосованном и сухом виде. (Из расчета на 100 kg свежего корма).

Эта таблица наглядно показывает то значение в смысле питательности, которое имеет силосованный корм. Однако, благодаря

---

[1]) Kellner. Die Ernährung der Landwirtschaftlichen Nutztiere.

[2]) Vietze. Die Elektrische Futterkonservierung.

уксуснокислому и маслянокислому брожению в первый период силосования, белок разлагается в растении и количество его в силосованном корме значительно меньше, чем в свежем.

| Род корма. | Вода. Kg | Сухой остаток. Kg | Удобовар. белок. Kg | Крахмальн. достоинство. Kg |
|---|---|---|---|---|
| Свежий корм . . . . . | 75 | 25 | 1,5 | 13,1 |
| Трава: Силосованный корм . . . . | 65 | 25 | 0,5 | 9,6 |
| Сено . . . . . | 1,3 | 18,8 | 0,8 | 6,8 |
| Свежий корм . . . . . | 81,1 | 18,9 | 2,7 | 8,7 |
| Люцерна: Силосованный корм . . . | 71,1 | 18,9 | 0,8 | 5,4 |
| Сено . . . . . | 5,8 | 14,2 | 1,3 | 4,5 |
| Свежий корм . . . . . | 86,7 | 13,3 | 1,5 | 6,6 |
| Сераделла: Силосованный корм . . | 76,7 | 13,3 | 0,9 | 5,9 |
| Сено . . . . . | 10,0 | 10,0 | 1,1 | 3,7 |

Оценивая питательность корма с точки зрения крахмального достоинства, мы видим, что и здесь силосованный корм уступает свежему (хотя и стоит выше сена) это объясняется тем, что во время дыхания растения происходит разрушение вещества, которое еще усиливается, когда в виду недостатка уже воздуха в силосе поглощение кислорода идет за счет разрушения крахмала, главнейшей же причиной разрушения вещества и образования кислог является жизнедеятельность микроорганизмов, расщепляющих органические вещества при помощи выделяемых ими внеклеточных энзим.

Как выше было указано, наиболее ценным продуктом является корм с содержанием молочной кислоты, и если бы удалось, минуя уксусно-кислое и масляно-кислое брожение довести температуру в силосе сразу до 45—50°С, то в корме происходило бы исключительно молочно-кислое брожение, результатом чего явилось бы содержание в нем молочной кислоты.

## 2. Силосование при помощи электрического тока.

Чтобы ускорить процесс брожения и тем самым улучшить качество продукта, необходимо в кратчайший срок поднять температуру до 50°С. Это возможно, однако, достичь только путем подвода тепла извне. Способ подвода извне имеет еще то преимущество, что при этом отпадают потери в веществе, имеющие место при самонагревании.

Одним из первых методов электрического консервирования является способ Швейцера, т.-е. нагревание вещества при помощи электрического тока, пропускаемого через всю толщу корма.

Схематическое изображение электро-силоса дано на рис. 4.

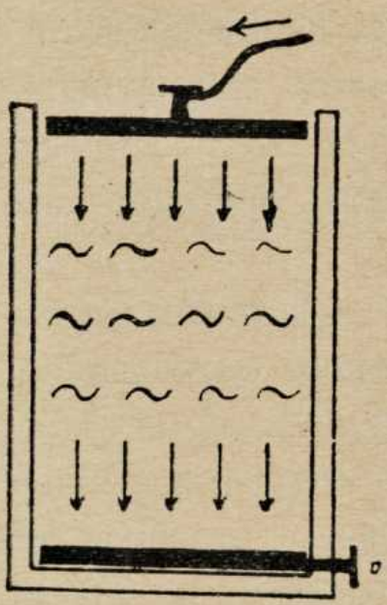


Рис. 4.

Скошенный корм складывается в изолированный бак, на дне которого помещена металлическая пластина, соединенная с одним из полюсов электрической цепи. На утрамбованный корм помещается другая металлическая пластина, соединенная с другим полюсом.

При замыкании цепи ток проходит через всю гущу вещества и нагревает его равномерно.

Зеленый скошенный корм не обладает постоянным сопротивлением; его сопротивление меняется в зависимости от структуры растений, процентного содержания влаги, наружной влажности, плотности укладки и т. д. Многочисленные произведенные опыты не дали еще точных данных влияния всех этих факторов. Выяснено, однако, что проводником электрического тока в растениях является влажная древесина, тогда как наружный восковой покров совершенно не проводит тока. Свежескошенная трава, как и совершенно высушенная, плохо проводят электрический ток. Наилучшей проводимостью обладают слегка завядшие растения. Накрошенные и плотно утрамбованные растения обладают меньшим сопротивлением. Внешняя влажность (растения мокрые от дождя и снега) уменьшает электрическое сопротивление.

При замыкании цепи сила тока обычно чрезвычайно мала По мере нагревания внешняя восковая оболочка тает, что влечет

за собой уменьшение сопротивления и повышение силы тока. Сопротивление уменьшается еще от того что по мере нагревания корм оседает и уплотняется.

При достижении 50°C корм обладает уже ничтожно-малым сопротивлением.

Весь процесс силосования, в зависимости от сорта и состояния растений длится от 15 до 30 часов, при чем электрический ток, в начале процесса, равный почти нулю, может достичь в последний период работы значительной величины—около 50 A.

Какое влияние оказывает электрический ток непосредственно на клетки растений и развивающиеся внутри корма микроорганизмы еще по сие время не выяснено, как не выяснена еще и самая сущность процесса силосования.

Силосование может производиться как при переменном токе так и при постоянном. В случае 3-х фазного тока применяются 3 силоса (в каждой фазе по одному), при чем металлические листы на дне сосуда соединяются с нулевым проводом или землей.

Конструкция силосов должна удовлетворять некоторым коренным условиям, вытекающим из условий рационального силосования:

Стенки силоса должны быть водонепроницаемы и не пропускать воздуха. Просачивание воды внутрь силоса ухудшает качество продукта, создает благоприятную почву для развития вредных бактерий и наконец, делает стенки сосуда легко проводящими электрический ток. С другой стороны, вытекание силосной жидкости чрезвычайно богатой белковыми веществами, ухудшает качество продукта, и образует кругом силоса источник заразы.

Доступ воздуха в силос также способствует заражению готового стерилизованного корма.

Следующим необходимым условием предъявляемым к силосам является постройка его из нетеплопроводных материалов иначе процесс нагревания будет замедлен и возникнут благоприятные условия для развития вредных бактерий. Стенки силоса не должны проводить электрического тока и, наконец они должны выдерживать большое давление. Вес заключенного в силосе корма довольно значителен; так 1 m готового силосованного корма весит 900—950 kg что при средних общепринятых размерах силоса в 60—100 m, составляет до 100 t.

Дабы удовлетворить всем вышеприведенным условиям стенки силоса изготовляются обычно из пустотелых камней, связанных железными прутьями (см. рис. 5), залитых бетоном. Углы силосов заливаются бетоном, как это указано на рисунке, или устраиваются из фасонных камней.

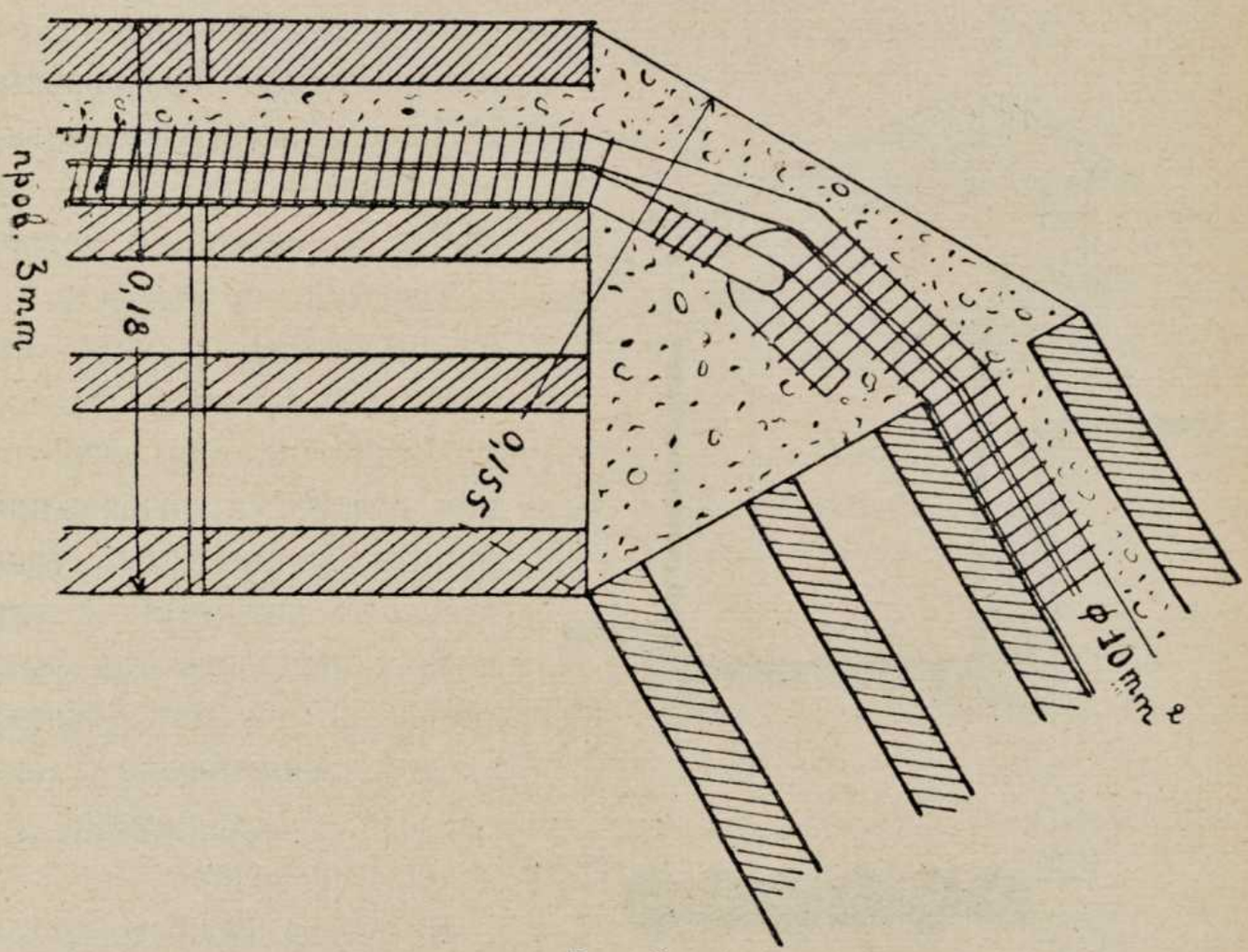



Рис. 5.

Дно силоса должно лежать выше уровня грунтовых вод, т. к. иначе постройка его обойдется слишком дорого. Однако, слишком высокий силос тоже неудобен в смысле подачи корма и возможности образования в нем трещин.

Для предохранения от подпочвенной влаги дно силоса покрывается толстым слоем цемента. Стены силоса покрываются цементным раствором (1 : 3), с добавлением церезита (хороший портландский цемент смешивается с сухим песком и на 101 воды берут 11 церезита).

В качестве электрической изоляции служит «Маргалит».

На дно сосуда укладывается металлический лист или вернее металлическая оцинкованная решетка, соединенная с нулевым проводом сети.

Крышка силоса, обыкновенно деревянная, обита оцинкованным железом; ее делают из нескольких частей, дабы 1 человек мог ее свободно поднимать.

Силосы имеют чаще всего шестиугольное сечение и при установке 3-х силосов (при 3-х фазном типе) имеют общие стенки (см. рис. 6).

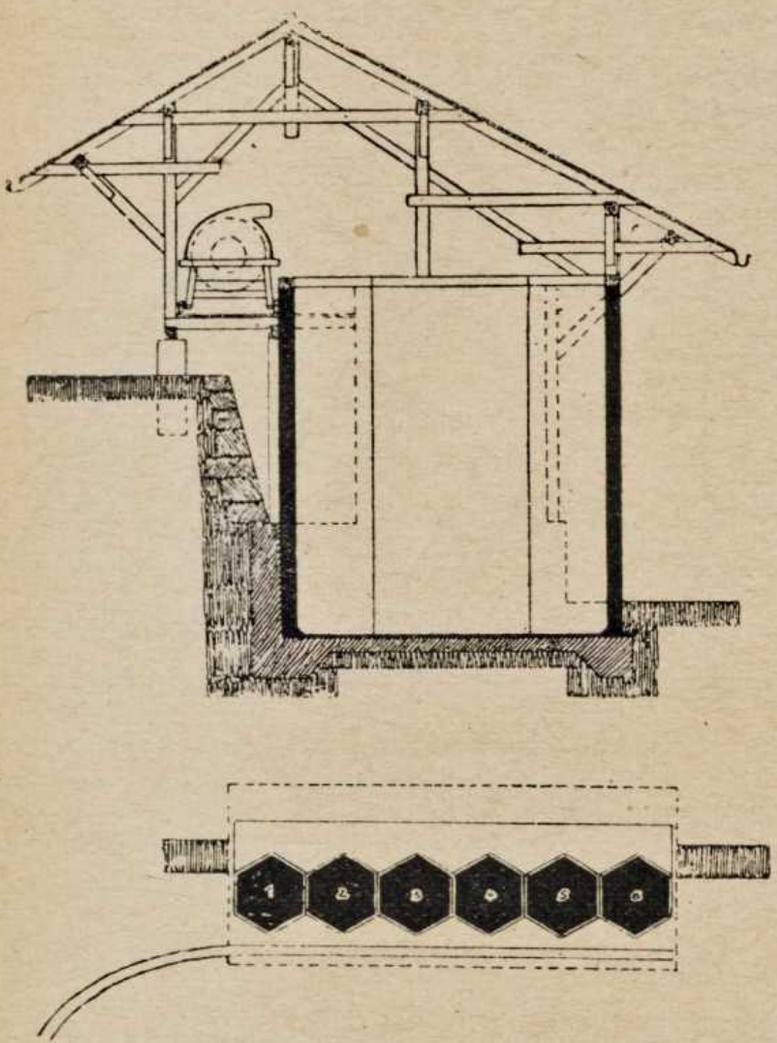


Рис. 6.

В настоящее время это признано нецелесообразным и силосы строят раздельно, оставляя между ними просветы в несколько метров.

Средний объем силосов от 60 — 100 m при высоте его 4,5—6,5 m.

Можно было бы, конечно при постройки силосов применять в качестве строительного материала и кирпич,— прочность его достаточна, но он легко окисляется, сравнительно легко проводи электрический ток и теплопроводен.

Наиболее слабым местом силосов является в настоящее время его электрическая изоляция. При утрамбовании корма, а также при его вынимании, изоляционный слой на стенках может быть легко поврежден. Малейшее же повреждение изоляции ведет за собой искажение всего процесса. В настоящее время в Германии Инж. A. Vietse разработан новый тип силоса в котором не требуется уже изолировать стенки (см. ниже).

## Подготовка корма.

После того, как корм скошен, он должен быть в тот же день свезен в силос, т. к. иначе он потеряет часть своих питательных

веществ. Корм косится в период наибольшего содержания белковых веществ, т.-е. непосредственно до или во время самого цветения.

Скошенный корм, до помещения его в силос, должен быть нарезан; с одной стороны это уменьшает его электрического сопротивления и ускоряет тем самым весь процесс, с другой же стороны, длинный, не нарезанный корм содержит много воздуха, что ухудшает силосоване.

Длина резки зависит от сорта корма и его состояния. Чем сочнее корм, чем он длиннее, жестче и суше — тем короче должна быть резка.

Твердая осока должна быть нарезана до $^1/_2$ cm. Мокрые и сочные листья свеклы от 8 до 10 cm. Трава до цветения около 2 cm., клевер 3 cm. и т. д.

Передача в силос нарезанного соломорезкой корма производится или в ручную или при помощи элеваторов, которые различаются двух систем: цепные и пневматические. Цепные элеваторы применяются, чаще всего, в средних хозяйствах. У крупных же фермеров в последнее время получают распространение воздушные элеваторы. Вентилятор такого элеватора должен обладать достаточной скоростью, чтоб продувать воздух через трубу, со скоростью 4,5 — 5 m. Воздух захватывает корм и проталкивает его через трубу в силос.

Весь скошенный за день корм должен быть уложен в силос в тот же день, утрамбован и подвергнут силосованию. Предельная толщина слоя зависит в значительной степени от напряжения сети, и при принятых напряжениях в 110 — 220 V не должна превышать 0,8 — 1,2 m. При мокрых свекловичных листьях не более 1,5 m.

Ток пропускается через силос в большинстве случаев в ночное время (при удешевленном тарифе); за одну ночь однако, процесс консервирования не будет закончен. Утром выключают силос и накладывают в него следующий слой с тем, чтобы ночью продолжать силосование.

За все время силосования приходится наблюдать за температурой корма, опуская в него градусник по крайней мере на глубину 0,3 m. По достижении 50°C корм оседает и процесс заканчивается.

Хорошо приготовленный силосованный корм узнается по запаху, цвету и структуре готового продукта. Цвет должен быть оливковый, запах медовый — как у сушеных слив, структура должна сохраняться такой же, как у свежих растений.

По окончании процесса силосования силос закрывают плотно слоем соломы, мякины, торфа и часто замазывают глиной, чтоб прекратить доступ воздуха, влекущий за собой заражение стерилизованного продукта.

## Расход энергии.

При силосовании корма электрическая энергия расходуется как на подготовку самого корма (резка его), так и на его консервирование.

H. Osten (Германия), на основании произведенных им опытов дает следующие данные относительно расхода энергии на резку корма.

а) 960 цт. сравнительно сильно высушенной отавы—55,3 квт. ч.

б) 240 цт. зеленой ржи—19,1 квт. ч.

в) 750 цт. отавы—7,3 квт. ч.

г) 35 цт. листья турнепса, нарезанные вместе с головками,- 1,1 квт. ч.

д) 1800 цт. листьев корнеплодов с головками—49 квт. ч.

Расход энергии на 100 кгр. корма составляет:

| | | |
|---|---|---|
| Отава . . . . . | 0,114 — 0,146 | квт. час. |
| Зеленая рожь . . . . . | 0,158 | » » |
| Листья корнеплодов с головками . | 0,055 — 0,063 | » » |

При вышеуказанных опытах применялась соломорезка Wratislavia (Hemma-Breslau) с электродвигателем в 6 лош. сил.

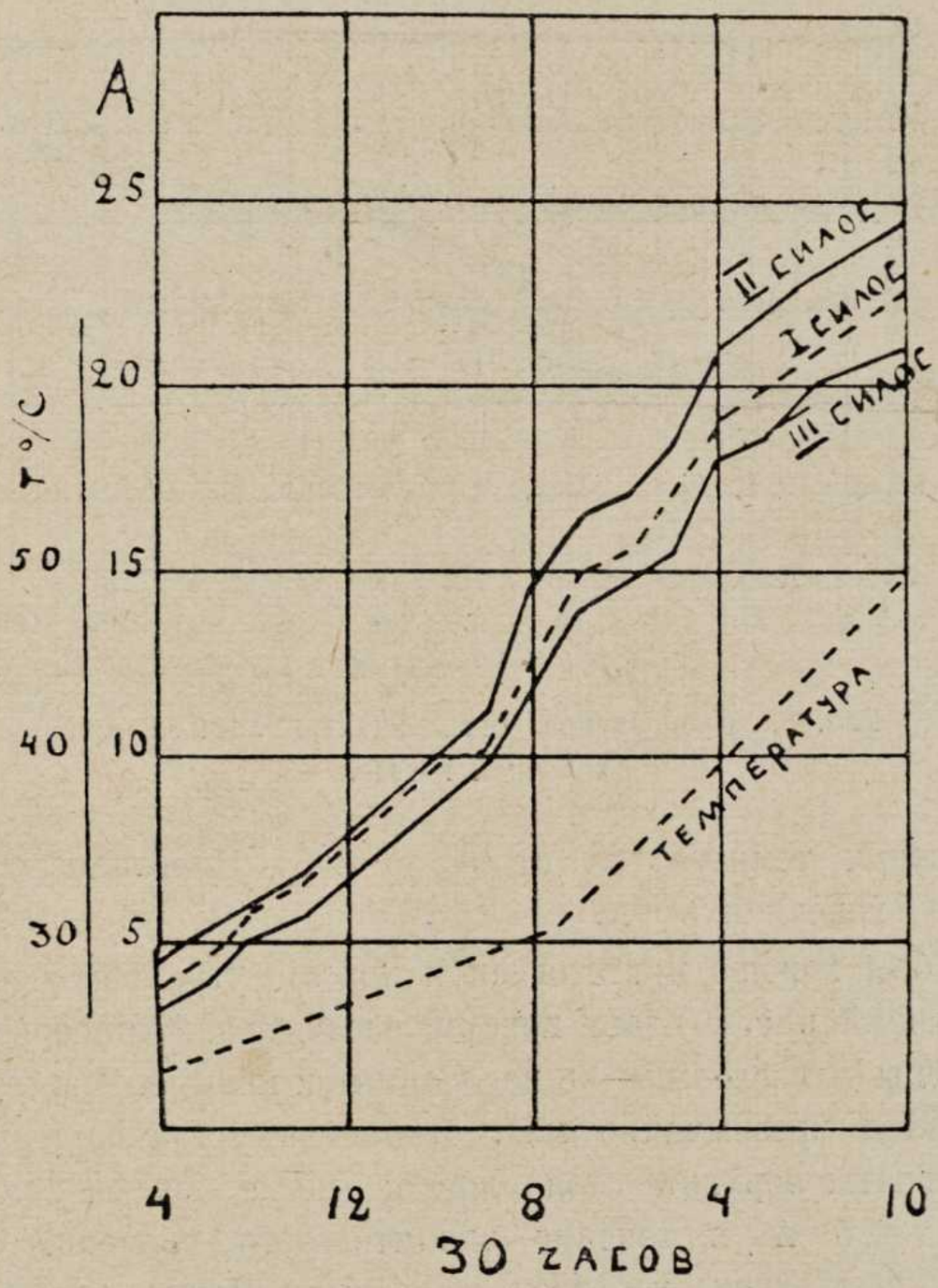
Расход энергии непосредственно для консервирования зависит, как от сорта корма и его состояния, так и от состояния самого силоса т. е. непроницаемости его для воды воздуха и электрического тока.

Рис. 7 показывает силу тока и повышение температуры в силосе в течение периода консервирования в одной из первых установок в Германии [1]).

---

[1]) H. Osten. Elektrofutter.

Объем силоса 120 m. В качестве корма применялась вико-ржаная смесь. Время консервирования—конец мая. Вика частично уже отцвела; рожь уже почти поспела.




Гис. 7. Силосование вико-ржаной смеси при теплой погоде.

Весь период консервирования длился 30 час. Начальный ток 3 — 4 А; конечный около 30 А; 3 кривые тока показывают неравномерную нагрузку в 3-х фазах (силосах), благодаря неодинаковой укладке корма.

Такое длительное силосование произошло из за слишком сухого корма; для ускорения процесса надо было смочить корм водой (1—2 ведра на 1 m).

Несмотря на столь неблагоприятные условия расход энергии на 100 kg составил 2,32 kWh. Рис. 8 дает случай силосования свекловичных листьев при холодной погоде.

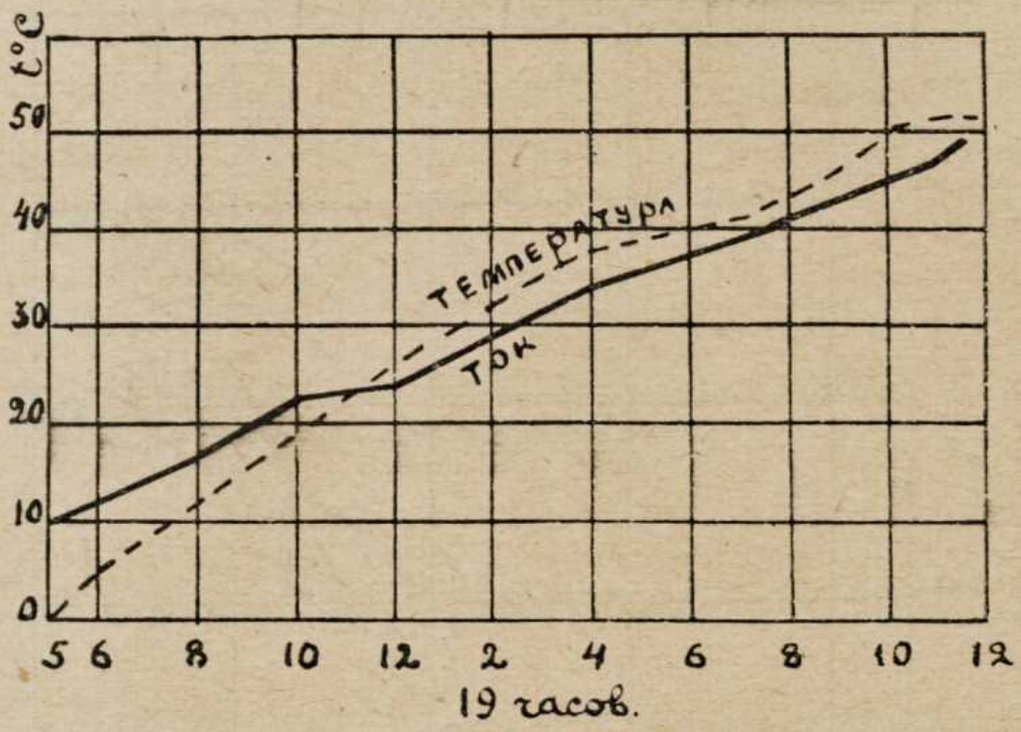



Рис. 8. Силосование свекловичных листьев при холодной погоде.

(Наружная температура от 0° до 3°C). Первоначальная сила тока 10 A, конечная 50 A.

Корм был хорошо приготовлен и хорошо утрамбован.

Следующий рис. (9) дает ненормальный случай консервирования листьев репы с головками—не нарезанные и мокрые. При включении ток оказался чрезвычайно мал. Пытались тогда накрошить при помощи лопаты верхний слой корма; после включения ток не превышал 2,5 A в течение значительного времени. Ток был прерван и весь корм изрублен лопатами. Через 11 часов ток снова включили, причем он достиг уже 26 A. Через 16 часов силосование оказалось законченным, при чем в конце процесса пришлось регулировать силу тока, накладывая на корм отдельные части крышки.

Из приводимой H. Osten таблицы видны расходы энергии в различных случаях.

Отсюда вытекает, что средний расход энергии на 100 kg составляет 2 kWh для зеленого корма и 2,5—3 kWh для листьев корнеплодов при холодной погоде.

Если прибавить еще расход энергии на резку корма 0,16 kWh на 100 kg получим, что силосование 100 kg зеленого корма — 2,16 kWh, листья корнеплодов с головками 2,56 — 3,06 kWh.

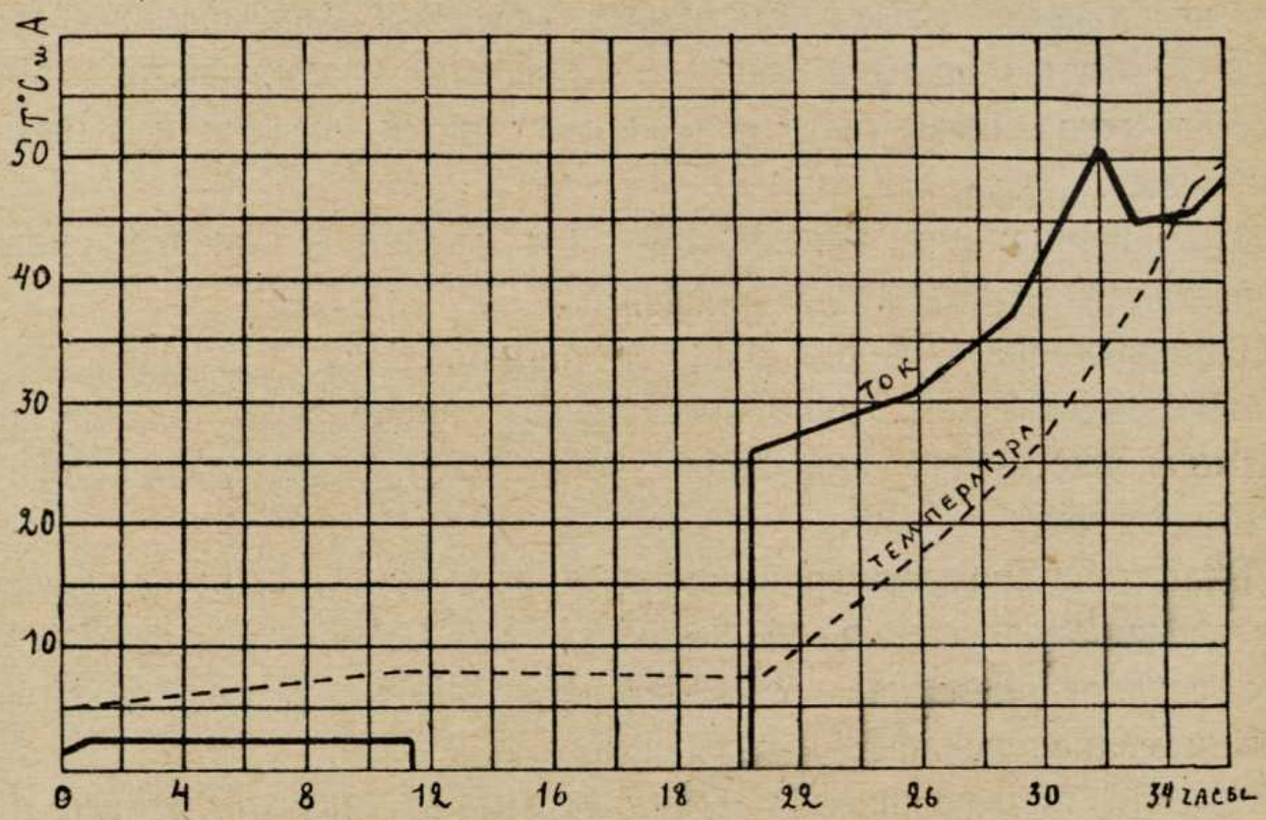



Рис. 9. Силосование листьев репы с головками репы.

Учитывая еще расход энергии на работу элеватора приблизительно в среднем 0,1 kg часа на 100 kWh—получим окончательный расход энергии на 100 kg корма 2,26—3,16 kWh.

| Месяцы | Род корма | Количество kg | Высота слоя m | Общий расход энергии kWh | Расход энергии на 100 kg kWh |
|---|---|---|---|---|---|
| Начало июня . . | Зеленая рожь | 1 200 | — | 233 | 2 |
| Серед сент. . . . | Отава | 3 750 | — | 711 | 1,9 |
| „ „ . . . . | „ | 1 500 | 1 | 215 | 1,44 |
| „ „ . . . . | „ | 1 800 | 1,1 | 286 | 1,6 |
| Конец сент. . . | „ | 1 600 | 1 | 244 | 1,54 |
| „ ноября . . . | Свекл листья | 1 010 | 0,7 | 230 | 2,3 |

## Электросилосы типа инж. Vietze.

Описанные уже электросилосы системы Shweizer'a имеют целый ряд недостатков, из которых нужно отметить следующие: силосы должны быть покрыты изнутри прочным изолирующим слоем, который легко может быть испорчен во время укладки и вынимания корма.

Применение 3-х силосов при 3-х фазной установке сильно удорожает устройство.

Одновременная работа всех трех силосов на практике обычно не имеет места, т. к. некоторые силосы заполняются осенью листьями корнеплодов, благодаря чему получается неравномерная нагрузка всех 3-х фаз.

Сила тока неравномерна во время работы и к концу силосования достигает значительной величины, до 50 А, что в большинстве случаев превышает установленную мощность сельско-хозяйственных трансформаторных подстанций.

Инженер Vietze в своих работах стремился создать тип электросилоса, в котором эти недостатки были бы устранены.

Первые работы его были проведены с силосом, разрез которого изображен на рис. 10.

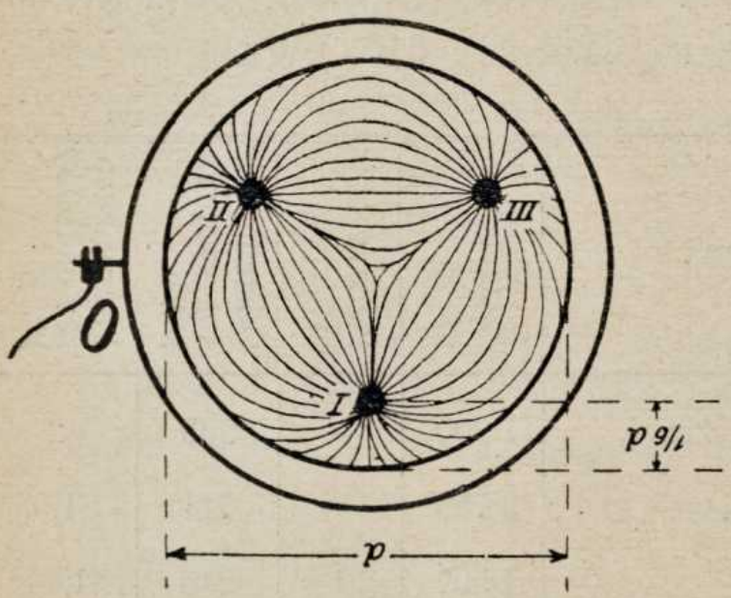



Рис. 10.

Бетонный бак, в котором производилось силосование, имея в высоту 0,65 m и внутренний диаметр в 1 m, об'ем его 1/2 m. Внутренняя поверхность силоса обложена металлической сеткой покрытой цементным раствором и соединена с нулевым полюсом. В силос были опущены 3 стержня, соединенных с тремя фазами цепи.

Многие неудобства при этом типе были устранены, однако один из существеннейших недостатков, а именно, повышение силы тока от нуля до некоторой значительной величины, остался, при

чем в первых опытах появилось еще другое явление. Сила тока, достигнув определенного предела, начинала быстро падать и становилась равной нулю.

Это явление получило следующее об'яснение. В виду малой поверхности стержней по сравнению с плоскими электродами Швейцера, плотность тока на поверхности оказалась очень большой, — а следовательно, и температура корма кругом стержня. Это повлекло за собой высыхание соприкасающегося с поверхностью стержня корма и даже частичное пригорание его, что в свою очередь увеличивало электрическое сопротивление корма.



Рис. 11.

Чтоб избежать этого явления, стали применять с одной стороны в качестве стержней цилиндры больших диаметров, с другой электроды, имеющие форму бурава (см. рис. 11).

Дабы избежать короткого замыкания к концу силосования, когда сопротивление корма падало почти до нуля, пришлось включать добавочные сопротивления. Чтобы энергия в добавочных сопротивлениях не пропадала, Vietze пришел к мысли устроить особые тепловые стержни, включая добавочные сопротивления внутрь цилиндрического электрода.

В своей заявке на патент (в Германии) Vietze приблизительно сказал следующее:

„С момента включения тока начинается быстрое нагревание корма (почти независящее от начального электрического сопротивления корма) за счет тепла, выделяемого самим электродом. По мере нагревания корма уменьшается его электрическое сопротивление, ток, проходящий через корм, начинает возрастать, достигая

предельной беличины, обусловленной сопротивлением в электроде. При вышеуказанной конструкции отпадает даже надобность в резке корма".

Электрическая мощность остается во время всего процесса почти постоянная. При 3-х фазном токе в 210 V и при объеме квадратного силоса в 20 $cm^3$ сила тока равна — 13 A. При прямоугольном силосе объемом в 30 $m^3$—20 A. Расход энергии составляет от 1 до 2 kWh на 100 kg корма.

Расход энергии зависит от состояния корма и его первоначальной температуры.

Летом при сухом (от дождя) корме расход около 1 kWh. Поздно осенью, если вместе с кормом попадает в силос значительное количество снега и льда, расход энергии больше и достигает 2 kWh.

Учитывая резку, если она производится, придется прибавить еще 0,1—0,2 kWh на каждые 100 kg корма.

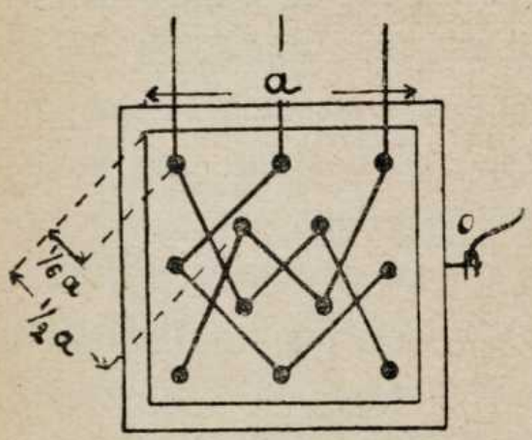



Рис. 12.

Длительность процесса также зависит от сорта и состояния корма и внешней температуры; его продолжительность 24—48 час.

На рис. 12 показан разрез силоса с 12 электродами по 4 на каждую фазу. Внутренний размер силоса 3,5 x 3,5 $m^3$ высота 2 m.

Вышеуказанная система имеет целый ряд преимуществ перед описанной раньше системой Швейцера, из которой главными является дешевизна конструкции силоса (могут применяться силосы любого материала) и равномерная нагрузка сети.

§ 3. Силосование при помощи теплого воздуха.

В самое последнее время в Германии[1]) разработан новый тип в котором электрический ток не пропускается через корм, а весь процес силосования происходит продуванием теплого воздуха.

Воздухонепроницаемый и водонепроницаемый силос (см. рис. 13) заполняется зеленым кормом, как и в предыдущих случаях. Дно силоса покатое, причем в наинизшей точке его имеется отво-

[1]) El. B., 24 IV, 1926. Ing. Vietze.

дящая труба для стока излишней воды. На расстоянии 25 cm от дна установлена деревянная решетка, под которую и подводится теплый воздух.

Воздух подогревается при помощи электрической грелки и продувается сквозь корм винтилятором, приводимым в действие электродвигателем.

Мощность установки ограничена мощностью сельских трансформаторных подстанций и не превышает, обычно, 7 kW.

Несмотря на плотную укладку, теплый воздух легко проходит через толщу корма и равномерно распределяется по всему силосу, так что разность температур от стен к середине не превышает 1°—2° C.

В настоящее время воздух не только нагнетается в силос, но также и отсасывается из пространства над кормом, причем этот же воздух снова нагнетается в силос. В виду того, что воздух этот теплый, коэффициент полезного действия установки улучшается.

Использование уже отработанного воздуха имеет еще то преимущество, что в силос попадает воздух бедный кислородом и не способствующий следовательно развитию бактерий.

Процесс силосования по данным инж. Vietze длится от 6 до 24-х часов и прекращается как только температура достигает 50° C.

Во время процесса силосования и в ближайшее время после его окончания, корм оседает, иногда до $^1/_2$ своего объема; силос тогда дополняют свежим кормом и снова его силосуют.

Сила тока во вее время процесса остается постоянной. Расход энергии по данным инж. Vietze составляет 1—1,4 kWh на 100 kg корма.

По окончании силосования корм должен быть тщательно закрыт, дабы предохранить его от соприкосновения с воздухом.

Вышеуказанный способ силосования развился только за последние 2 года в Германии и нег еще основания утверждать, что он является наиболее экономически выгодным из всех выше приведенных, как в смысле затраты энергии на единицу полученного корма, так и в смысле получения более ценного (качественно и количественно) продукта.

Количество опытов и анализов проведенных для выяснения сущности процесса силосовании очень ничтожно. Совершенно не

выяснен вопрос о влиянии электрического тока на живую клетку растений и на жизнедеятельность бактерий. Все данные полученные на силосных установках в Германии, отнотятся к разным сортам сырья, с совершенно разным содержанием влаги, в силосах имеющих разную конструкцию и т. д. и поэтому никаких сравнительных выводов сделать в настоящее время еще нельзя.

В настоящее время в лабораториях Ленинградского Политехнического Института ставится целый ряд опытных исследований для выяснения вышеуказанного процесса и только после получения релаьных данных можно будет говорить о преимуществах того или другого способа.

## 4. Результаты применения электросилосованного корма в сельском хозяйстве.

Заготовка силосованного корма имеет целый ряд ценных преимуществ, из которых отметим главные:

Консервирование растений при этом способе совершенно не зависит от погоды, содержания в них влаги и состояния их зрелости; это позволяет собирать урожай раньше, когда в растениях содержится наибольшее количество питательных веществ и сохранять такие растения, которые иным способом сохранены быть не могут, как например трава с заливных лугов, свекловичная и иная ботва, кукуруза (скашивается при этом способе до цветения когда она имеет максимум питательности и сохраняемая в силосе вместе со стеблем) и т. д.

Количество питательных веществ сохраняемых в корме значительно больше чем при обычной сушке. Как бы хорошо ни производилась уборка сена, всегда неизбежны потери, причем теряются самые ценные питательные части, как листья и цветы. По германским данным эти потери, в лучшем случае, равны 20%, но зачастую доходят до 50%. При высушивании, из зеленого корма удаляется вода, но вместе с нею удаляются также некоторые вкусовые вещества, которые играют значительную роль при питании.

С точки зрения экономии места и пожарной безопасности все преимущества на стороне силосованного корма. Нужно приблизительно втрое больше места, для хранения данного количества

питательного материала в виде сена, чем при сохранении его в силосованном виде. По мнению проф. Alvord'a тщательно просушенный и сложенный сбор кукурузы с одной десятины займет в 10 раз больший объем, чем тот же урожай, помещенный в силосе.

Можно привести еще целый ряд преимуществ, но большинство из них, в конечном счете, сводится к тому, что силосование корма дает возможность на той же площади земли содержать большее количество скота.

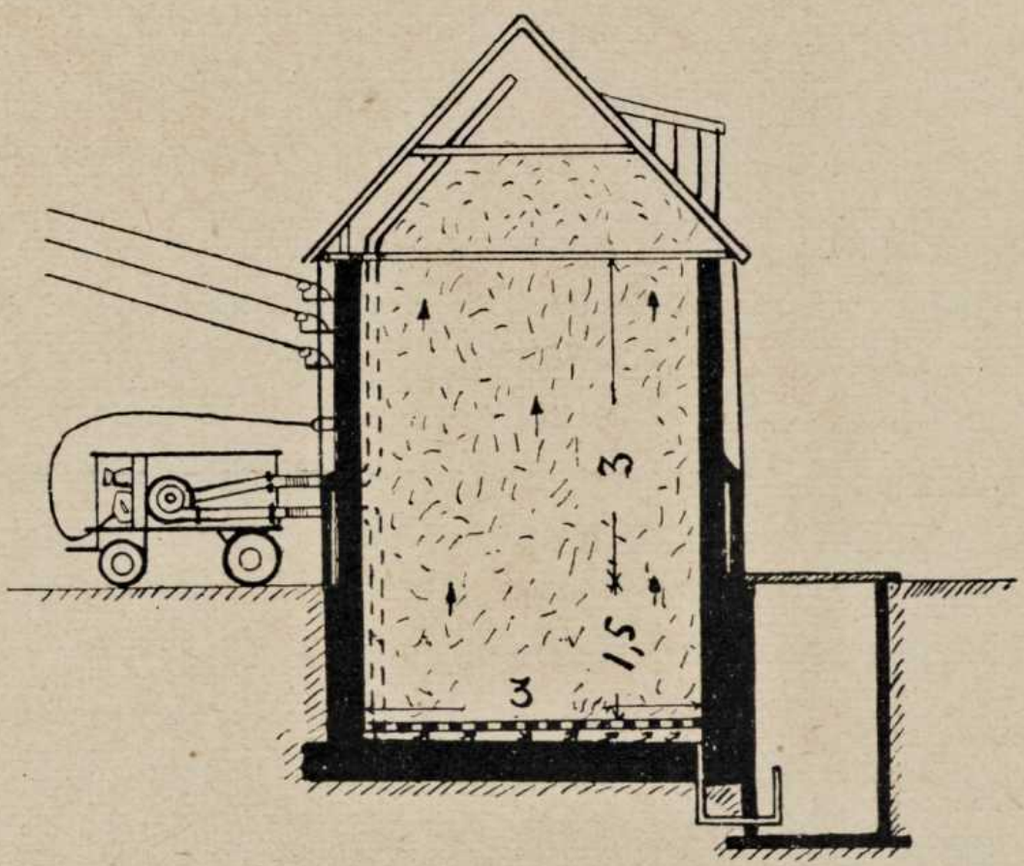



Рис. 13.

Гоффард на своей ферме в 37 десятин во Франции, прокармливал стадо в 60 голов скота (кроме быков, которых он кормил силосованным кормом в течение нескольких зимних месяцев); имеются указания, что стадо это может быть увеличено до 120 штук, не увеличивая площади обслуживающей их земли.

Приведем данные опыта произведенного над откармливанием скота разного рода кормами*). (См. рис.. 14). Взято 2 группы

---

*) Elektrofutter H. Osten.

коров по 18 штук в каждой. (февраль—март). Одну из групп откармливали свекловицей; вторая группа получала электросилосованный корм из листьев корнеплодов. Скачки в начале периода откармливания об'ясняются резким изменением наружной температуры.

Группы получали ежедневную порцию:

| Группа А. | Группа В. |
|---|---|
| 25 kg—свекловицы. | 25 kg—электросилосован. корма. |
| 4 » —сухого корма. | 4 kg—сухого корма. |
| 5 » —сена, среднего качества, | 5 » —сена, среднего качества. |

Отсюда видно, что электросилосованный корм, приготовленный из продуктов мало используемых в настоящее время в сельском хозяйстве, может с успехом конкурировать с питательными дорогими кормами.

В заключение приведем данные сравнительного подсчета количества условных единиц питания, получаемых от сбыта урожая с 1 десятины клеверного поля при заготовке его в виде сена и при электрическом его консервировании.

В виду того, что способ электрического консервирования позволяет ускорить уборку урожая, а также производить ее поздней осенью, расчет произведен на 2 укоса при заготовке сена и на 3 укоса при электрическом консервировании травы, причем 3-й укос всят нами всего в 20% предыдущего.

Расстояние поля от усадьбы принято нами в 1 версту.

Определение расходов на рабочую силу и транспорт при уборке урожая с 1 десятины клеверного поля при различных способах консервирования травы.

Урожай 1 десятины при 2-х укосах 32 000 kg.; при 3-х укосах (считаем, что 3-й укос дает 20% предыдущего) — 35 200 kg.

Общие годовые рас оды на заготовка травяного корма с 1 десятины клеверного поля.

| | Заготовка сена. | | Эл. консервирован. корма. | |
|---|---|---|---|---|
| | Раб.дней[1]) | Кон. дней. | Раб.дней[1]) | Кон. дней. |
| 1. Косьба косою . . . . . | 3 | — | 4 | — |
| 2. Ворошение и сгребание в кучи . | 9,6 | — | 1,6 | — |
| 3. Укладка в стога . . . . . | 3 | — | — | — |
| 4. Погрузка на возы, перевозка и разгрузка [2]) . . . . . | 4 | 3 | 20 | 15,5 |
| 5. Разгрузка на сеновал и в силос . | 3 | — | 5 | — |
| 6. Механическая резка травы ) . . | — | — | 3,5 | — |
| 7. Утаптывание . . . . . | — | — | 3,5 | |
| Итого . . | 22,6 | 3 | 37,6 | 15,5 |
| 8. Затраты по уборке урожая . . . | 22,6 | 3 | 37,6 | 15,5 |
| 1 раб. день —1 рубл.. 1 кон. день без человека — 1 рубл. | | | | |
| ВСЕГО . . | 25 рубл. 60 коп. | | 53 рубл. 10 коп. | |

Примечание: [1]) Женский раб. день = 0,8 раб. дня, детский раб. день = = 0,5 раб. дня, нормальный раб. день = 10 часов.

[2]) При расстоянии в 1 версту и одновременной перевозке в 320 kg = 7 оборотов за 1 день.

[3]) Сенорезка производительностью 820 kg в час,

## I. Заготовка сена.

(Укос травы 32 000 kg Выход готового корма—6 400 kg).

| | |
|---|---|
| 1. Амортизация капитала, затраченного на постройку сарая в 25 лет по 4% [1]) . . . . . | 11 р. 16 к. |
| 2. Процент на капитал 6% . . . . . | 16 р. 74 к. |
| 3. Ремонт сарая 2% . . . . . | 5 р. 58 к. |
| 4. Страховка здания 5% . . . . . | 8 р. 37 к. |
| 5. Страховка сена 3% от стоимости сена (50 коп. за 16 kg). | 6 р. — к. |
| 6. Рабочая сила . . . . . | 25 р. 60 к. |
| Итого . . . | 73 р. 45 к. |

## II. Электрическое консервирование зеленого корма.

(Укос травы 35 200 kg Выход готового продукта—31 680 kg).

| | |
|---|---|
| 1. Амортизация капитала затраченного на постройку каменного силоса в 40 лет по 2,5% [2] | 9 р. 35 к. |
| 2. Процент на капитал (силос) 6% | 22 р. 44 к. |
| 3. Ремонт силоса 1% | 3 р. 74 к |
| 4. Амортизация соломорезки в течение 10 лет по 10% [3] | 2 р. — к. |
| 5. Процент на капитал (соломор.) 6% | 1 р. 20 к. |
| 6. Ремонт (соломор.) 2% | — 40 к. |
| 7. Амортизация эл. двигателя и принадлежностей к нему в течение 10 лет по 10% [4] | 2 р. 92 к. |
| 8. Процент на капитал (эл. мот.) 6% | 1 р. 74 к. |
| 9. Ремонт (эл. двигателя) 2% | — 58 к. |
| 10. Расход энергии на резку травы при цене 10 коп. за 1 kWh [5] | 7 р. — к. |
| 11. Расход энергии на силосование корма по 5 коп. за 1 kW [6] | 26 р. 40 к. |
| 12. Затрата на рабочую силу | 53 р. 10 к. |
| Итого . . | 130 р. 87 к. |

Примечания: [1]) Объем деревянного сарая на 6400 kg = 93 m³.
Стоимость сарая 93 m³ по 3 рубл. 1 m³ = 279 рублей.

[2]) Объем силоса 32 m³. Нормально силосы строятся размером около 100 m³ т. е. обслуживают 3 десятины.
Стоимость такнго силоса по 9 рубл. за 1 km составит 900 руб. На 1 десятину придется 300 рублей.
Стоимость элекрического оборудования силоса—70 рублей. Всего 370 рублей.

[3]) Стоимость соломорезки производительностью 820 kgh—120 руб.
Использование соломорезки в сельско хозяйстве около 200 час. в год, Силосование на 1 десятину занимает ее в течении 35 часов. Относим 1/6 часть ее на силос т. е. 20 руб.

[4]) Стоимость закрытого эл. двигателя на 3 л. с. с принадлежностями—265 рубл.
Использование электрического двигателя в сел.-хозяйстве 320 часов. Силосование занимает его в течении 35 часов.

Общие выводы.

| | Сено. | Эл. консервирован. корм. |
|---|---|---|
| 1. Укос травы kg . . . . . | 32 000 | 35 200 |
| 2. Выход готового корма kg . . . . . | 6 400 | 31 680 |
| 3. Количество корма с учетом потерь во время сохранения kg [1] . . . . . | 5 760 | 31680 |
| 4. Поправочный коэфф. на усвояемость корма. [2] | 0,7—0,49 | 0,9 |
| 5. Крахмальный эквивалент kg [3] . . . . . | 31,9 | 11,8 |
| 6. Количество весовых единиц условного питания [4] . . . . . | 1 286—900 | 3 364 |
| 7. Стоимость весовой единицы условного питания. коп. . . . . | 5,7—8,2 | 3,9 |
| 8. Число дней, в течение которых можно прокормить заготовленным кормом 1 молочную корову с производит. 9 l молока. [5] . . . . . | 257—180 | 673 |
| 9. Количество молочного скота, которое можно содержать на 1 десятине при 200 дней кормления в стойле . . . . . | 1,3—0,9 | 3,4 |
| 10. Первоначальные затраты на 1 десятину . . | 279 рубл. | 423 р. 15 к. |

Примечание 1. Во время зимнего лежания потеря в сене составляет до 25°. Берем в среднем 10%.

2. Усвояемость хорошего сена 0,7.
Сена, смоченного дождем 0,49.

3. Отнесено к 100 kg вещества.

4. Для сена $31{,}9 \times 0{,}7 \times 57{,}6 = 1\,286$ и т. д.

5. По нормам проф. Богданова на корову с производительностью 9 l молока необходимо в 1 день 5 kg крахмального эквивалента.

Вышеприведенные таблицы дают ясную картину выгодности применения электрически консервированного корма.

При хорошей погоде и при стоимости электрической энергии около 20 коп. за kWh стоимость весовой единицы условного питания при том и другом способе сохранения корма будет одна и та же; однако, при скверной погоде, когда сельский хозяин рискует вообще остаться без корма для скота при обычном способе сушки, и при тарифе на электрическую энергию—дневном 10 коп. и ночном 5 коп. за 1 kWh, единица условного питания при элек-

трически сконсервированном корме будет стоить в 2 раза дешевле.

Гораздо большее значение имеет электрически сконсервированный корм в смысле повышения общей продуктивности хозяйства. Как показывает таблица, количество молочного скота, которое можно содержать на 1 десятине увеличивается в 3—4 раза, одновременно с этим увеличивается количество навоза в хозяйстве, что еще больше повышает продуктивность его.

Нужно только пожелать, чтобы и у нас в Союзе обратили бы серьезное вниманне на этот способ сохранения зеленых кормов.

Наши научные и высшие учебные заведения, работающие в области применения техники к сельскому хозяйству, должны по-

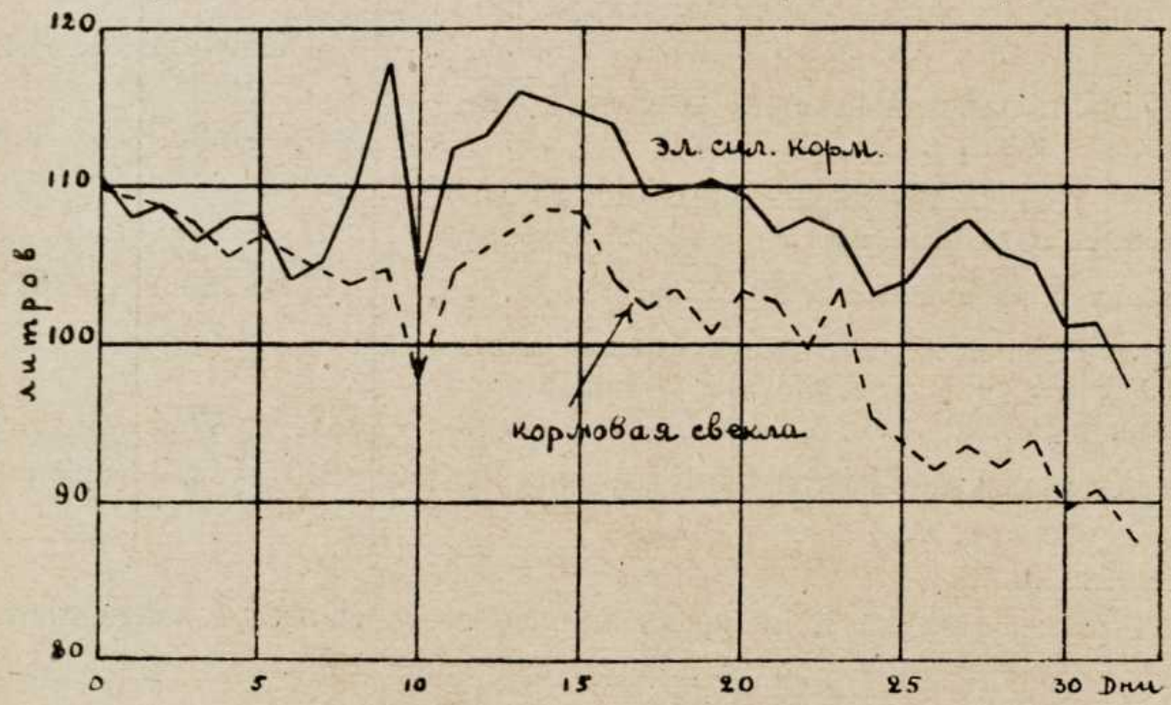



Рис. 14.

лучить материальные возможности провести необходимые исследования для выработки типа электросилоса наиболее приемлемого в русских сельских условиях.

## § 5. Искусственное приготовление сена.

Вопросами искусственного приготовления сена особенно интересуются в Англии, где в период сенокоса постоянно идут дожди и нет возможности высушить траву на поле.

Длительные опыты и исследования в течение десятков лет не давали благоприятных результатов и только за последнее время разработаны способы искусственной сушки травы.

Инж. Matthews *), один из крупнейших работников в области

*) Eletro Farming. 1925 и 1926 г.

сельской электрификации в Англии, предлагает испытанный им уже на практике способ сушки.

Способ этот заключается в следующем: на месте, где предполагается установить стог, прорываются в земле канавы (на расстоянии 3 m друг от друга), закрываются сверху досками и засыпаются землей, дабы предохранить от утечки воздуха. На расстоянии 3 m друг от друга в закрытых канавах имеются отверстия покрытые густой металлической сеткой, через которые воздух проходит в углубления устроенные в стогу и распределяется равно-



Рис. 15.

мерно по всему стогу. Углубления эти устраиваются следующим образом: на отверстия одевается металлический колпак и стог кладется обычным образом. Когда высота его дойдет до верха колпака, этот последний вытягивают выше и продолжают кладку стога до тех пор, пока он не будет сложен на $^2/_3$ полной величины, после чего колпаки снимают, отверстия закрывают досками и сеткой и заканчивают стог.

Стоги бывают величиной от 15 до 100 t.

Через наружное отверстие канавы продувают вентилятором воздух, причем нет надобности его подогревать (см. рис. 15).

Мощность электро-двигателя при вентиляторе = 5 HP. Воздух продувается периодически в течение $^1/_2$—1 часа в течение 10 дней, после чего процесс считается законченным.

Как только стог сложен, продувание ведется в течение нескольких оасов подряд, дабы удалить излишнюю сырость.

Во все время процесса сушки приходится температуру стога поддерживать в определенных границах и проверять ее 2 раза в сутки. Термометр, заключенный в металлическую оболочку, затыкается в стог на длину 1 m.

Если трава свезена при скверных атмосферных условиях, продувание должно быть начато немедленно после того как ее собрали в стог и продолжается обычно от 10 до 15 часов.

Если это не будет сделано и поверхностная сырость не будет удалена — есть опасность появления плесени.

При благоприятных атмосферных условиях первое продувание может и не превышать 1 часа в первые сутки.

Подобной сушке могут быть подвергнуты и злаки, которые должны быть собраны в стог немедленно после жатвы. Особенно удачны опыты с ячменем, пшеницей и овсом.

Весь процесс зависит от правильного распределения канав и отверстий, а также и от их размеров, которые должны строго соответствовать принципам вентиляционной техники.

Вышеуказанный способ сушки имеет, конечно, целый ряд преимуществ перед сушкой в поле в скверную погоду; количество потерь в питательных веществах должно быть значительно меньше, но в виду того, что явление самонагревания, влекущее за собой разложение вещества, имеет место, потери, по нашему мнению, должны быть все-таки еще очень велики, и технической мысли придется еще много работать, как над выяснением сущности процессов, происходящих в зеленом корме при его высыхании, так и над тем, как искусственно изменить этот процесс, чтобы получить наилучший корм в смысле питательности его для скота.

**Цена — 35 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50 %.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.145. Тираж 1.700 экз. 1¾ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Н. В. Красовского.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ.

Энергия ветра начала применяться человечеством для приведения во вращение ветряных двигателей уже со II-го столетия нашей эры. В Соединенных Штатах Северной Америки в конце XIX столетия было около 200 заводов, занимавшихся изготовлением ветряных двигателей, при чем годовой выпуск в 1895 г. достигал: «Аэрмотор»—60 000 шт. и «Эклипс»—45 000 шт. Земледелие и садоводство во многих полузасушливых штатах Северной Америки получили возможность своего возникновения и существования исключительно благодаря применению ветряных двигателей для орошения и других сельскохозяйственных работ.

В Аргентине, площадью 2 987 000 km$^2$ перед войной ежегодно устанавливалось 12—15 тысяч ветряных двигателей.

В Дании существует целая сеть вспомогательных ветряных электрических установок, работающих параллельно с небольшими общинными электрическими станциями, при чем оказалось, что в некоторых случаях удавалось достигнуть 50% экономии в годовом расходе топлива.

У нас в СССР более или менее точной статистики работы ветряных двигателей не имеется.

По данным специального обследования Академии Наук в 1917 г. общее количество ветряных двигателей в 38 губерниях (197 уездов) Европейской России можно оценить цифрой около 170 000 шт. (рис. 1), из которых двигателей заводского изготовления было только 67 штук.

Вероятная общая среднегодовая мощность всех этих ветряных двигателей составляет до 700 000 лошадиных сил.

На пространстве всего СССР цифра эта будет значительно выше. Более 99% существующих ветряных двигателей применяются для размола муки.

# Плотность ветряных двигателей

в Европейской России по данным „земской" анкеты 1917 года и изодинамы ветра в зимнее время года.

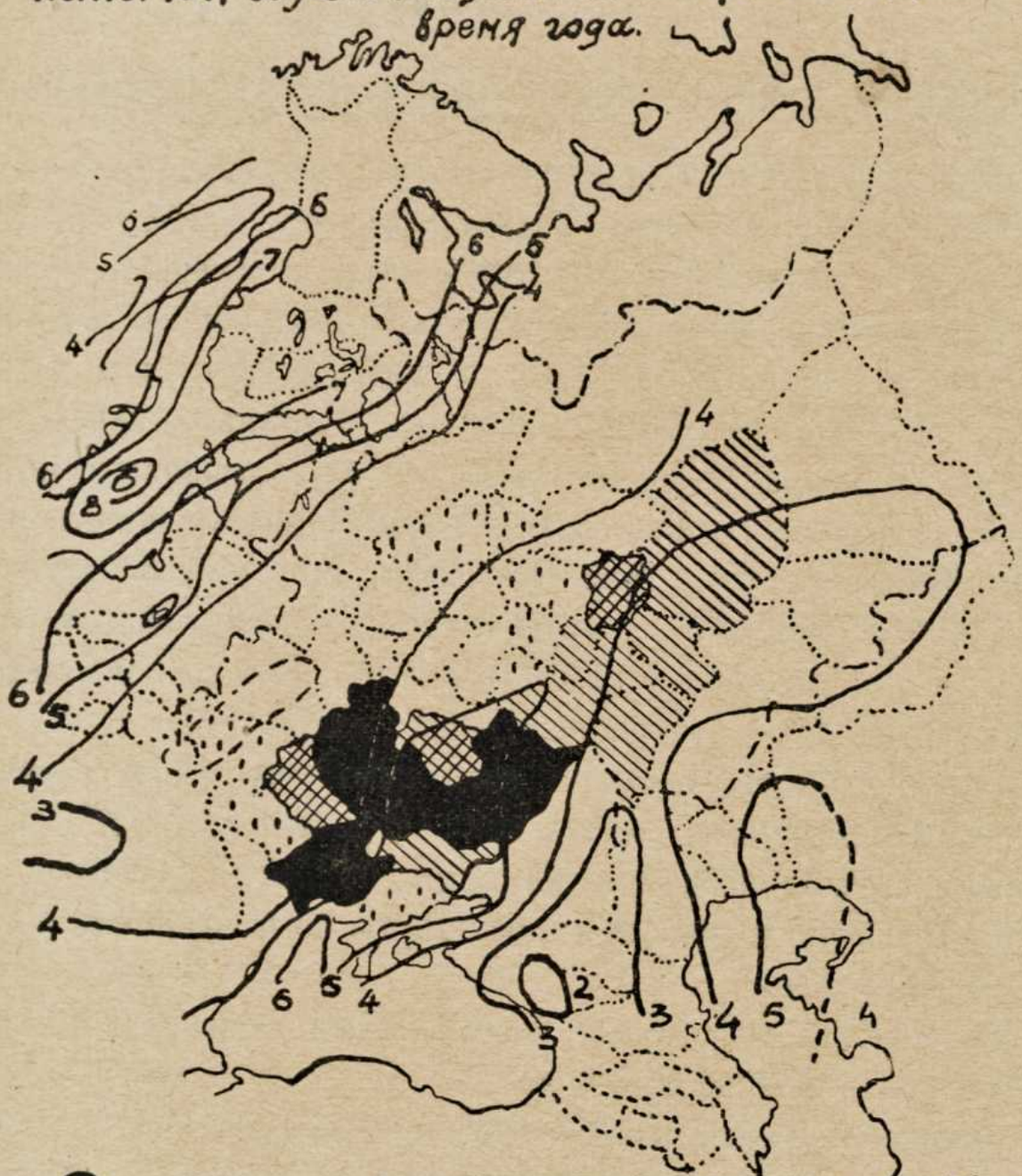



Рис. 1.

Подсчеты для отдельных губерний показывают, что почти всегда наличными мельницами можно перемолоть на месте же весь урожай хлеба.

Перемол всей муки в масштабе СССР могут принять на себя существующие ветряные мельницы при использовании всего только 26,3% проходящей через них энергии ветра и вопрос перехода мукомольной промышленности СССР исключительно на энергию ветра и есть вопрос уплотнения работы на существующих ветряных мельницах примерно в $2^1/_2$ раза.

Приведенный обзор использования ветра у нас в СССР и за границей, несмотря на его неполноту, все же показывает на большое значение использования энергии ветра для нужд человечества.

## А. Об энергии ветра.

Скорость ветра, вообще говоря, крайне непостоянна. Она меняется как в течение года, так и месяца, дня и минуты; рис. 2 [1])

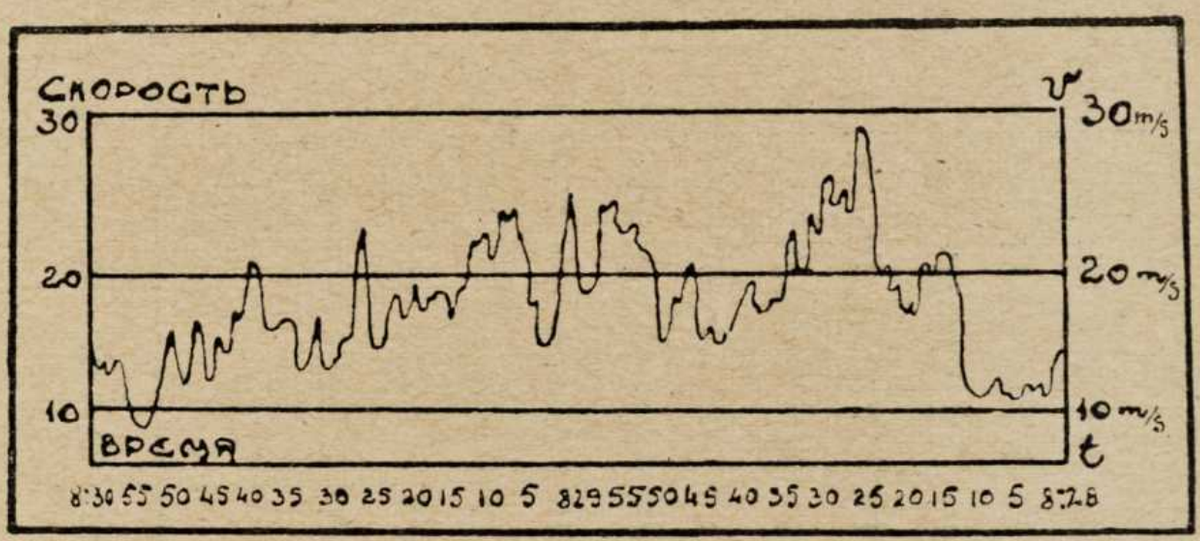



Рис. 2.

например показывает, что за промежуток времени в 2 минуты скорость ветра изменялась от 6 до 29 m/sec. Для энергии ветра, как величины пропорциональной кубу скорости ветра, это дает изменения, различающиеся друг от друга в 121 раз.

Наряду с такими пульсациями в скорости ветра существуют определенные годовые и суточные периоды. На табл. 1 показаны годовые и суточные периоды скорости ветра в m/sec по непре-

---

[1]) А. В. Клоссовский—Основы Метеорологии. Одесса, 1910 г.

| | | ЧАСЫ СУТОК. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | Средние. |
| МЕСЯЦЫ ГОДА. | I | 4,65 | 4,56 | 4,65 | 4,65 | 4,67 | 4,62 | 4,62 | 4 68 | 4,72 | 4,8 | 4,95 | 5,0 | 5,09 | 4,92 | 5,09 | 5,0 | 4,92 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,78 | 4,78 | 4,84 | 4,73 | 4,81 |
| | II | 4,5 | 4,36 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,47 | 4,5 | 4,56 | 4,67 | 4,78 | 4,89 | 4,92 | 5,0 | 4,92 | 5,09 | 5,17 | 4,94 | 4,92 | 4,92 | 4,92 | 4,7 | 4,61 | 4,61 | 4,47 | 4,73 |
| | III | 4,3 | 4,23 | 4,25 | 4,18 | 4,12 | 4,18 | 4,2 | 4,33 | 4,52 | 4,67 | 4,95 | 5,09 | 5,02 | 5,22 | 5,09 | 5,25 | 5,14 | 5,0 | 4,78 | 4,73 | 4,68 | 4,61 | 4,53 | 4,34 | 4,65 |
| | IV | 3,74 | 3,62 | 3,67 | 3,61 | 3,61 | 3,64 | 3,72 | 3,98 | 4,17 | 4,57 | 4,95 | 5,09 | 5,28 | 5,34 | 5,4 | 5,28 | 5,11 | 4,72 | 4,3 | 4,0 | 3,89 | 3,84 | 3,8 | 3,73 | 4,34 |
| | V | 3,5 | 3,49 | 3,45 | 3,39 | 3,33 | 3,39 | 3,72 | 4,12 | 4,56 | 5,02 | 5,34 | 5,34 | 5,45 | 5,42 | 5,44 | 5,4 | 5,14 | 5,0 | 4,57 | 4,12 | 3,75 | 3,75 | 3,75 | 3,62 | 4,34 |
| | VI | 3,0 | 2,67 | 3,0 | 2,95 | 2,92 | 3,0 | 3,23 | 3,56 | 4,06 | 4,56 | 4,95 | 5,0 | 5,09 | 5,02 | 5,29 | 5,35 | 5,09 | 4,86 | 4,48 | 3,93 | 3,42 | 3,23 | 3,17 | 2,95 | 3,95 |
| | VII | 3,2 | 3,2 | 3,23 | 3,2 | 3,2 | 3,28 | 3,36 | 3,64 | 3,98 | 4,4 | 4,7 | 4,81 | 4,87 | 4,87 | 4,98 | 4,9 | 4,9 | 4,7 | 4,4 | 3,9 | 3,54 | 3,48 | 3,48 | 3,84 | 4,0 |
| | VIII | 3,21 | 3,12 | 3,12 | 3,12 | 3,03 | 3,03 | 3,18 | 3,42 | 3,78 | 4,09 | 4,5 | 4,67 | 4,8 | 4,75 | 4,75 | 4,84 | 4,56 | 4.2 | 3,84 | 3,48 | 3,34 | 3,31 | 3,25 | 3,2 | 3,78 |
| | IX | 3,45 | 3,34 | 3,42 | 3,42 | 3,42 | 3,42 | 3,46 | 3,67 | 3,9 | 4,31 | 4,73 | 4,98 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,14 | 4,59 | 4,17 | 3,85 | 3,85 | 3,75 | 3,7 | 3,65 | 3,5 | 4,05 |
| | X | 4,06 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 3,98 | 3,9 | 3,9 | 4,06 | 4,2 | 4,5 | 4,75 | 4,92 | 5,1 | 5,1 | 5,15 | 4,97 | 4,6 | 4,47 | 4,34 | 4,42 | 4,4 | 4,3 | 4,25 | 4,12 | 4,55 |
| | XI | 4,39 | 4,34 | 4,35 | 4,34 | 4,34 | 4,34 | 4,39 | 4,5 | 4,55 | 4,61 | 4,77 | 4,84 | 4,95 | 4,84 | 4,95 | 4,8 | 4,72 | 4,61 | 4,67 | 4,75 | 4,58 | 4,53 | 4,5 | 4,39 | 4,58 |
| | XII | 4,47 | 4,42 | 4,47 | 4,47 | 4,39 | 4,36 | 4,39 | 4,47 | 4,42 | 4,52 | 4,56 | 4,52 | 4,64 | 4,56 | 4,61 | 4,61 | 4,56 | 4,5 | 4,45 | 4,52 | 4,5 | 4,47 | 4,42 | 4,39 | 4,48 |
| | Сред. | 3,86 | 3,78 | 3,84 | 3,81 | 3,81 | 3,81 | 3,89 | 4,08 | 4,29 | 4,56 | 4,8 | 4,92 | 5,02 | 5,0 | 5,09 | 5,06 | 4,86 | 4,67 | 4,47 | 4,3 | 4,11 | 4,06 | 4,02 | 3,92 | 4,34 |

рывным записям анемографа Метеорологической Университетской обсерватории в г. Москве за 10 лет с 1908 по 1917 год.

Сравнительное количество энергии ветра за год по отдельным скоростям ветра для того же места показано на рис. 3. Отсюда видим мы, что энергию больших скоростей использовать нам очень трудно. На рис. 4, по оси абсцисс отложены кубы скорости

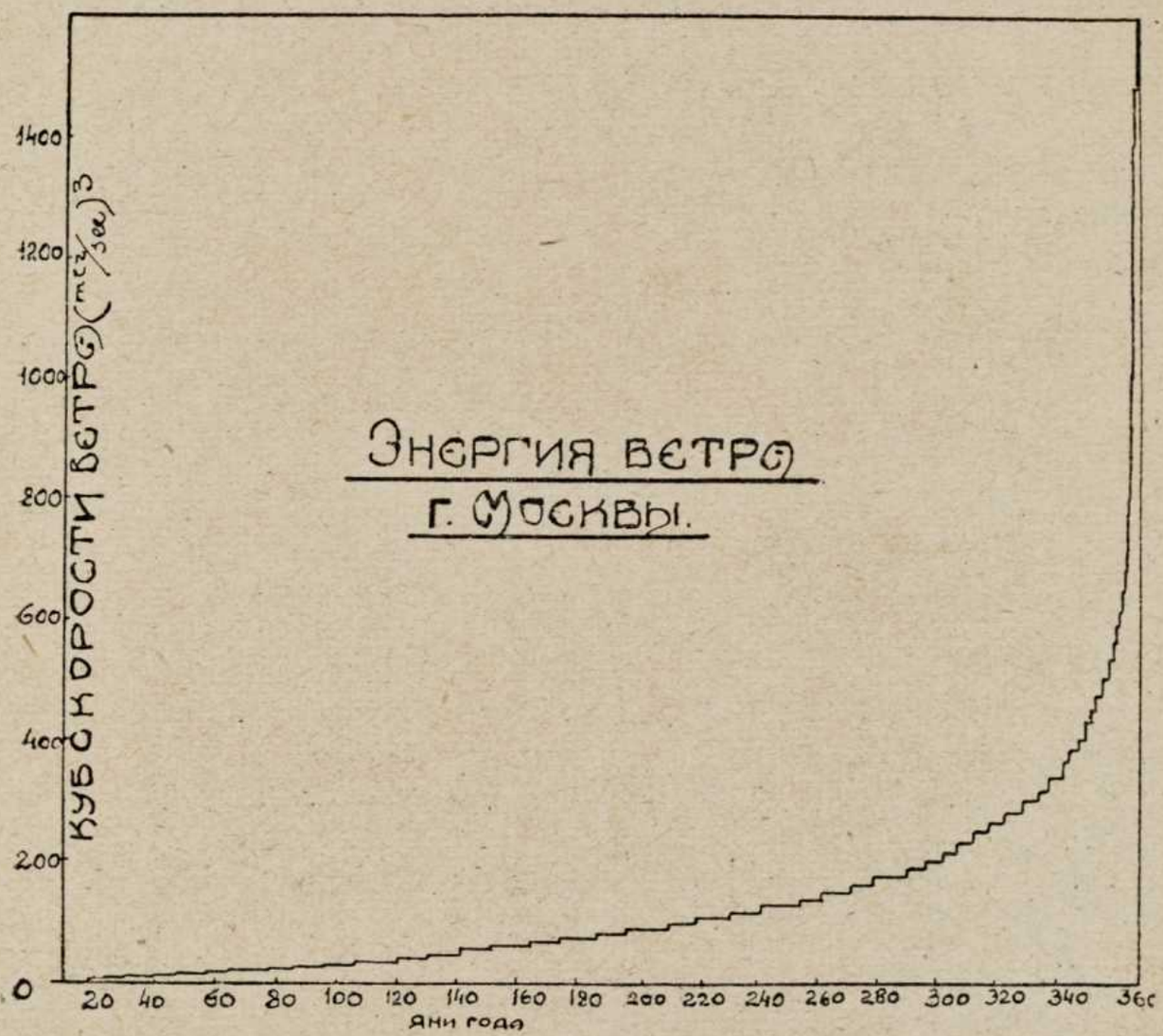



Рис. 3.

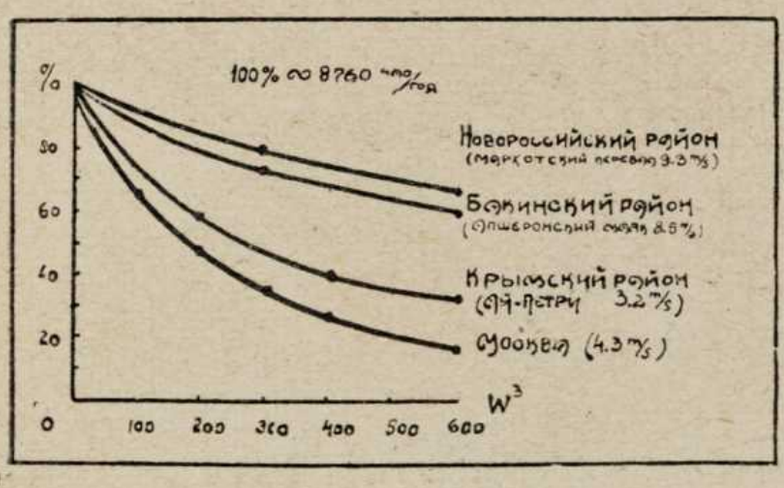
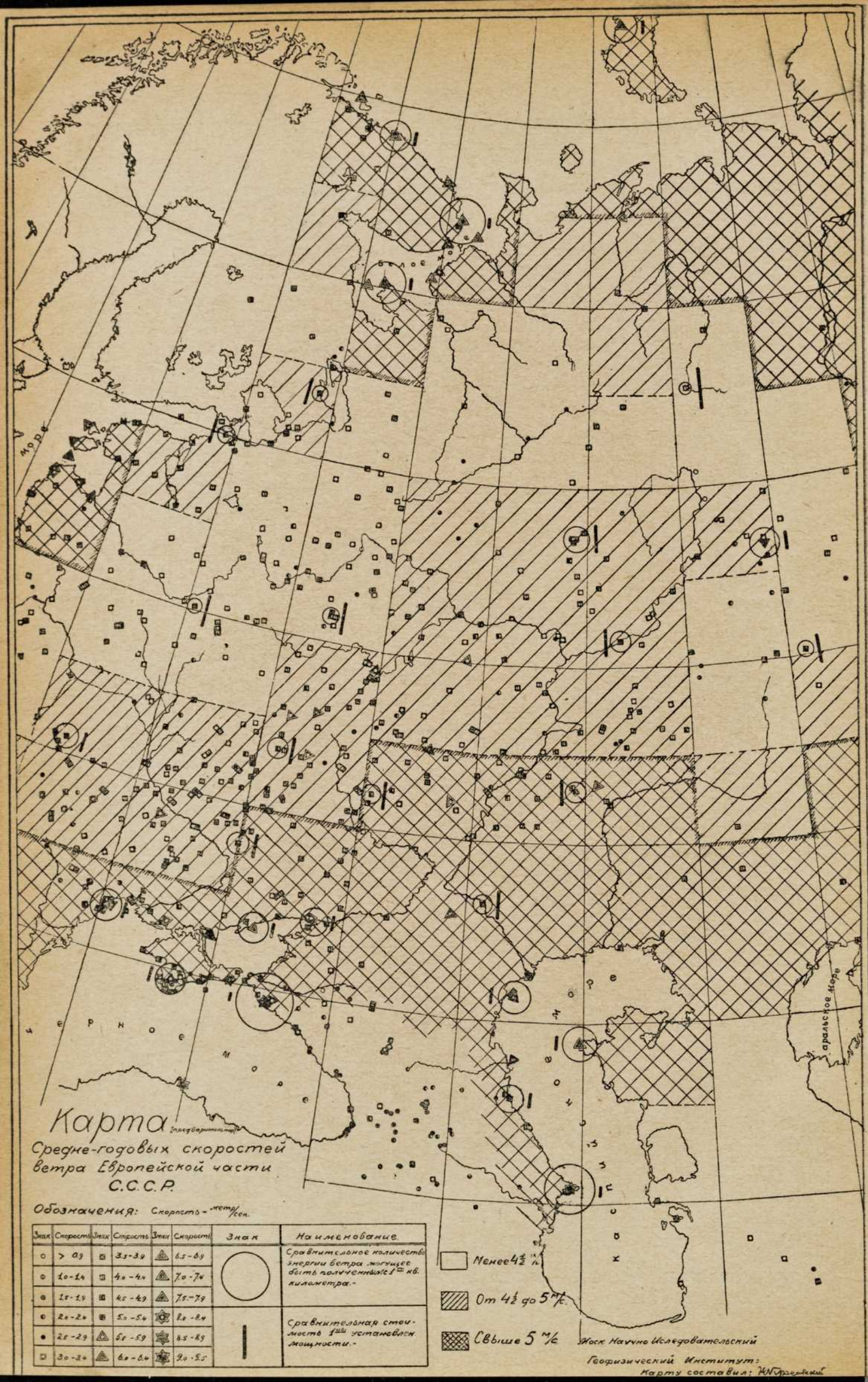



Рис. 4.

ветра, до которых мы соответственно используем энергию ветра, а по оси ординат отложено в % число часов за год, в течение которых можем мы использовать энергию ветра, отнесеннуюк мощности соответственно кубу


Карта (предварительная)
Средне-годовых скоростей ветра Европейской части С.С.С.Р.
Обозначения: Скорость - метр/сек.
Знак | Скорость | Знак | Скорость | Знак | Скорость | Знак | Наименование
> 0.9 | 3.5-3.9 | 6.5-6.9 | Сравнительное количество энергии ветра могущее быть полученным с 1 кв. километра.-
1.0-1.4 | 4.0-4.4 | 7.0-7.4
1.5-1.9 | 4.5-4.9 | 7.5-7.9
2.0-2.4 | 5.0-5.4 | 8.0-8.4 | Сравнительная стоимость 1 установлен. мощности.-
2.5-2.9 | 5.5-5.9 | 8.5-8.9
3.0-3.4 | 6.0-6.4 | 9.0-9.5
Менее 4½ м/с
От 4½ до 5 м/с
Свыше 5 м/с
Моск. Научно Иследовательский Геофизический Институт:
Карту составил:
Белое море
Черное море
Каспийское море
Аральское море

скорости ветра, показанной на абсциссе. Кривые относятся к местам с различной среднегодовой скоростью ветра, показанной на рисунке. Так, если поставим мы на ветряный двигатель динамомашину, мощность которой соответствует мощности ветряного двигателя при скорости ветра $W = 7$ m/sec, то для места с наивысшими скоростями в СССР—Мархотского перевала (около Новороссийска) будем иметь мы в среднем 6 700 часов использования энергии ветра за год. Для Бакинского района (ст. Апшерон—маяк) имеем мы 6 130 часов, для Крыма (Ай-Петри) имеем 3 850 часов и для Москвы 2 800 часов в год.

Предварительная карта среднегодовых скоростей ветра (рис. 5), составленная нами на основании наблюдений 1 387 метеорологических станций за период времени в 19 лет (1891—1909) дала возможность подойти к оценке энергетических рессурсов ветра в масштабе СССР и мировом.

Не останавливаясь подробно на схеме распределения скорости ветра можно отметить, что районами с наиболее сильными ветрами являются прибрежные места (Белое, Черное и Каспийское моря). Из континента местами со сравнительно большими скоростями ветра являются наши полузасушливые области на Ю. В. Европейской части СССР.

Это обстоятельство благоприятно тем, что позволяет использовать ветер для машинного орошения часто именно в тот момент (суховей), когда это бывает наиболее необходимо.

Несмотря на довольно пеструю картину, полученную нами при обработке имеющегося материала наблюдений над ветром, все же полученные результаты позволяют сделать вывод о величине энергетических рессурсов ветра в масштабе СССР и мировом.

Рассмотрим, сколько ветряных двигателей можем мы поместить на 1 km² так, чтобы они друг другу не мешали.

А. Кайгородов [1]) рядом экспериментов показал, что за опушкой леса скорость возрастает до нормальной уже на расстоянии 5—7-кратной высоты леса. «Полное же влияние леса (анемометрическая тень) кончается на расстоянии пятнадцати-кратной высоты леса и в большинстве случаев даже десятикратной».

---

[1]) А. Кайгородов. «Материалы по учету влияния рельефа местности на направление и скорость ветра у поверхности земли». Петроград, 1916 г.

За неимением полных аэродинамических спектров работающих ветряных двигателей, мы примем, как первое приближение, что скорость ветра восстанавливаегся за ними на таком же расстоянии, как и за лесом.

Разместив ветряные двигатели на плоскости в шахматном порядке и приняв расстояние между ними по стороне квадрата равным десятикратной высоте двигателя и определяя мощность двигателя соответственно средней годовой скорости ветра—мы увидим, что с 1 km² сможем получить мощность, приведенную на нижеследующей таблице:

| Средняя годовая скорость ветра m/sec | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Мощность с 1 km² в лош. силах . . . . . | 43,7 | 94,2 | 170 | 243 | 361 | 498 | 684 |

Если мы на минуту примем, что скорость ветра по мере удаления от земли не увеличивается, то мы с единицы площади будем иметь мощность одну и ту же независимо от размера отдельных ветряных двигателей.

На самом же деле скорость ветра по мере удаления от земли увеличивается и установленная мощность, следовательно, будет увеличиваться пропорционально кубу скорости ветра для соответствующей высоты центра колеса двигателя от земли.

Переходим теперь к оценке энергетических ресурсов ветра как в мировом масштабе, так и в масштабе СССР [1]).

Если мы примем среднюю мировую скорость ветра в 4 m/sec то с 1 km² сможем мы получить средне-годовую мощность в 94,2 лош. силы при 8 760 часах работы в год.

Поверхность суши нашей планеты равна $147.10^6$ km²; мощность, при условии аккумулирования ее, может быть использована со средним коэффициентом полезного действия в 0,3 и, следовательно, со всей поверхности суши за год мы можем получить

---

[1]) Геофизический Бюллетень № 5 Государственного Московского Геофизического Института. Москва 1925.

$94{,}2.\ 0{,}3.\ 8\ 760.\ 147.\ 10^6 = 0{,}64.\ 10^{13}$ лош. сил-часов год. Считая 1 силу-час эквивалентной 0,5 kg условного 7 000 калорийного каменного угля, мы получим общее мировое количество энергии ветра эквивалентным $1{,}82.10^{10}$ t условного топлива, или величину, в 13,5 раз превышающую цифру мировой добычи каменного угля в 1913 году.

Полученную цифру оценки мирового количества энергии ветра можно считать технически осуществимой при современном состоянии техники.

Сравнение величины мирового количества энергии ветра по методу проф. Рамзина за 200 лет в конечном выводе показывает, что мировые рессурсы ветра в 4,4 раза превышают все учтенные мировые рессурсы энергии, как невозобновляемые, так и возобновляемые. Для СССР количество энергетических рессурсов ветра превосходит в 5,9 раз общее количество всех, кроме ветра, учтенных у нас энергетических рессурсов.

## Б. О ветряных двигателях.

Переходим к обзору разных типов ветряных двигателей, их сравнительных достоинств и недостатков.

Рис. 6 представляет примерный аэродинамический спектр работающего ветряного двигателя.

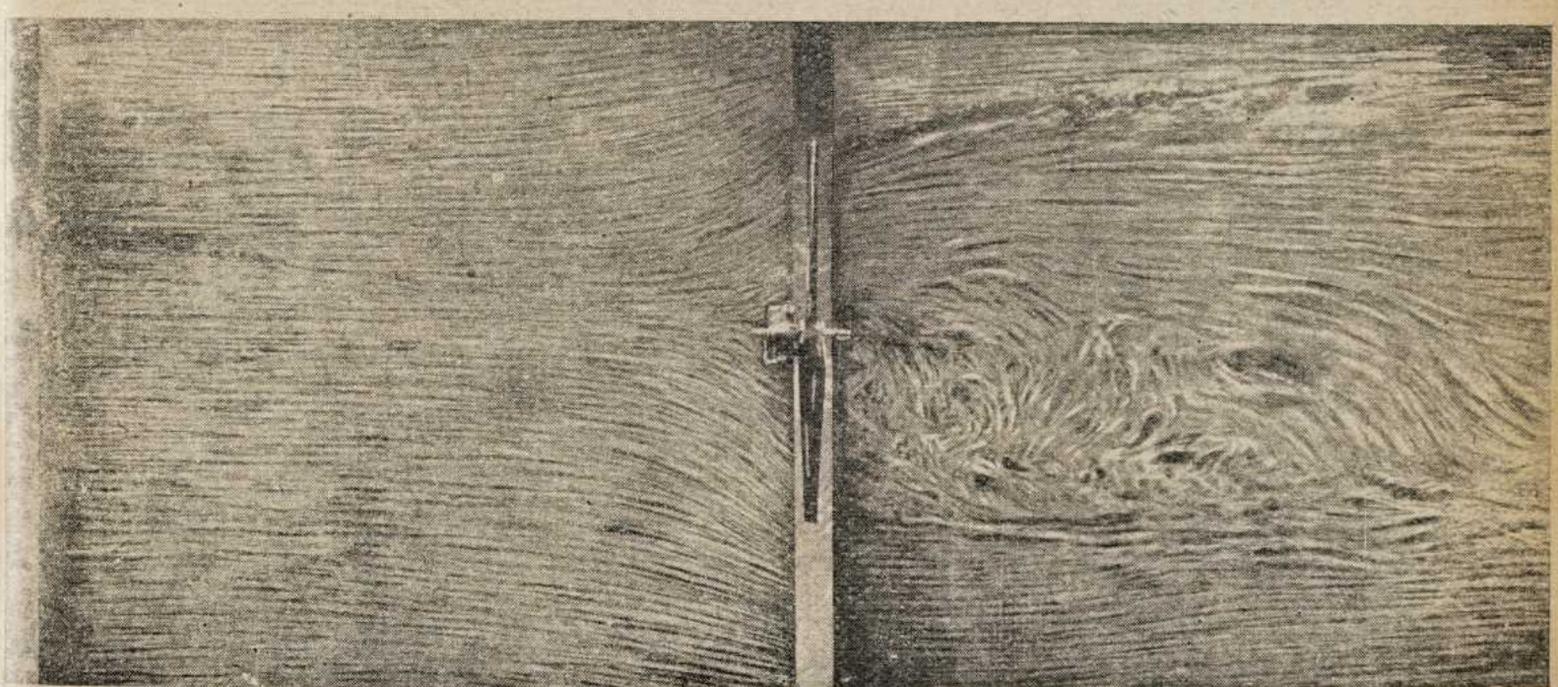
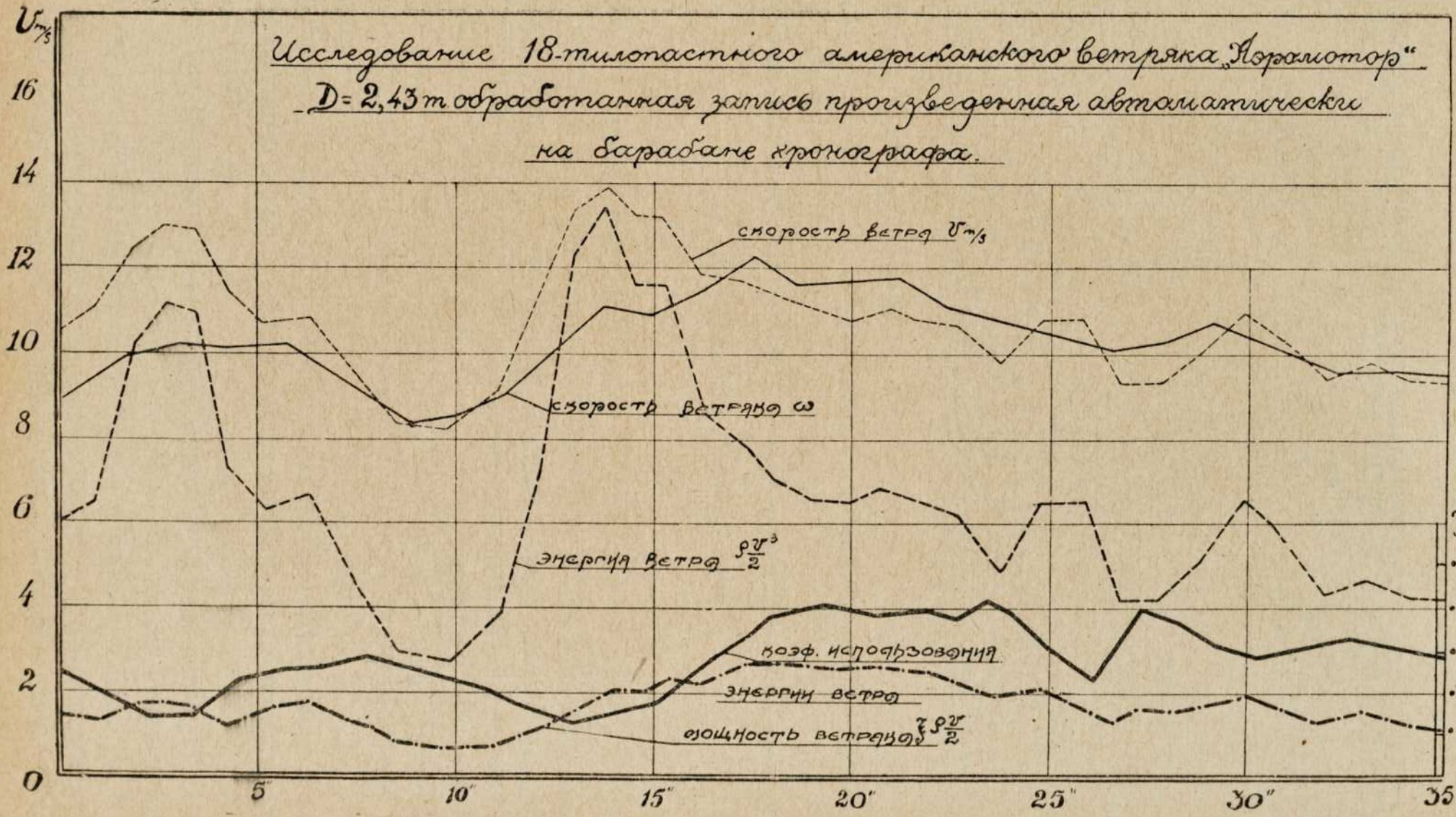


Рис. 6.


Исследование 18-тилопастного американского ветряка „Аэромотор"
D = 2,43 m обработанная запись произведенная автоматически
на барабане хронографа.
скорость ветра $v_{m/s}$
скорость ветряка ω
энергия ветра $\frac{\rho v^3}{2}$
коэф. использования
энергии ветра
мощность ветряка $\xi \frac{\rho v}{2}$
$v_{m/s}$
16
14
12
10
8
6
4
2
0
5"
10"
15"
20"
25"
30"
35"
t
ξ
.5
.4
.5
.2
.1

Отсюда мы видим, что ветряный двигатель представляет для ветра известное сопротивление и воздух, подходя к нему и проходя через площадь, ометаемую крыльями ветряного двигателя, уменьшает свою скорость и частично растекается вокруг ветряка.

Это показывает, что всю энергию ветра, отнесенную к скорости его в бесконечности, проходящую через площадь ометаемую крыльями ветряного двигателя, использовать мы не можем.

Теория и опыт показывают, что самое большее, что мы можем получить, это 16/27 или 0,593 от живой силы потока. Это будет тогда, когда скорость воздуха в плоскости вращения крыльев ветряного двигателя будет составлять $^2/_3$ от скорости ветра в бесконечности. И это относится ко всякого рода ветряным двигателям не только крыльчатым, как все наши обычные ветряные мельницы, но и к карусельным. И никакие приспособления, никакие конструктивные ухищрения здесь не помогут.

Этот идеальный коэффициент использования энергии ветра $\xi = 0{,}593$ был выведен проф. Н. Е. Жуковским в 1920 г. и напечатан в 3-х русских изданиях.

И все таки коэффициент этот до лиц, специально работающих по ветряным двигателям, еще не дошел, не говоря уже о массе изобретателей, преувеличивающих иногда мощность изобритаемых ими двигателей до 100 и болое раз против этого коэффициента. Так в журнале «Электрификация» № 11 за 1924 г. приводится пример мощности ветряных двигателей датской формы «Аггрико» в Копенгагене с коэффициентом использования энергии ветра $\xi = 0{,}61$ и даже $\xi = 0{,}748$.

В журнале «Искры Науки» № 4 1925 г. издания «Гудок», приводится пример, где $\xi$ вновь изобретенного в Германии двигателя по испытаниям будто бы показал $\xi$ в 2,62 большим самой живой силы потока.

А американцы (инж. Sibley) весной 1920 г. предлагали, например, Наркомзему ветряк, $\xi$ которого раз в 50 преувеличен против вероятного. Работы в ЦАГИ на ветросиловой установке в Кучино в 1920 году разъяснили это обстоятельство.

Наши исследования (рис. 7) показали, что, благодаря пульсации ветра, в периоды усиления ветра энергия его расходуется не только на полезную работу, отдаваемую двигателем, но, благо-

даря непостоянству скорости вращения двигателя, и на запасение в нем живой силы, как в маховике.

В эти моменты, мощность, показываемая измерительными на нем приборами, показывает очень малые $\xi$.

В периоды ослабления ветра, скорость вращения двигателя уменьшается и накопленная в двигателе энергия как в маховике— отдается рабочим машинам дополнительно к энергии, получаемой двигателем от ветра сообразно скорости его в этот момент.

Единственно надежным методом испытания ветряных двигателей будет метод не мгновенных отсчетов, а непрерывной записи всех элементов работы двигателя в течение нескольких минут для получения затем из этого материала средних величин.

---

Все ветряные двигатели можно разбить на два главных класса:— 1) крыльчатые, у которых ось двигателя направлена по потоку, примером чего могут служить наши обычные ветряные мельницы или «американский» двигатель многолопастного типа и 2) двига-

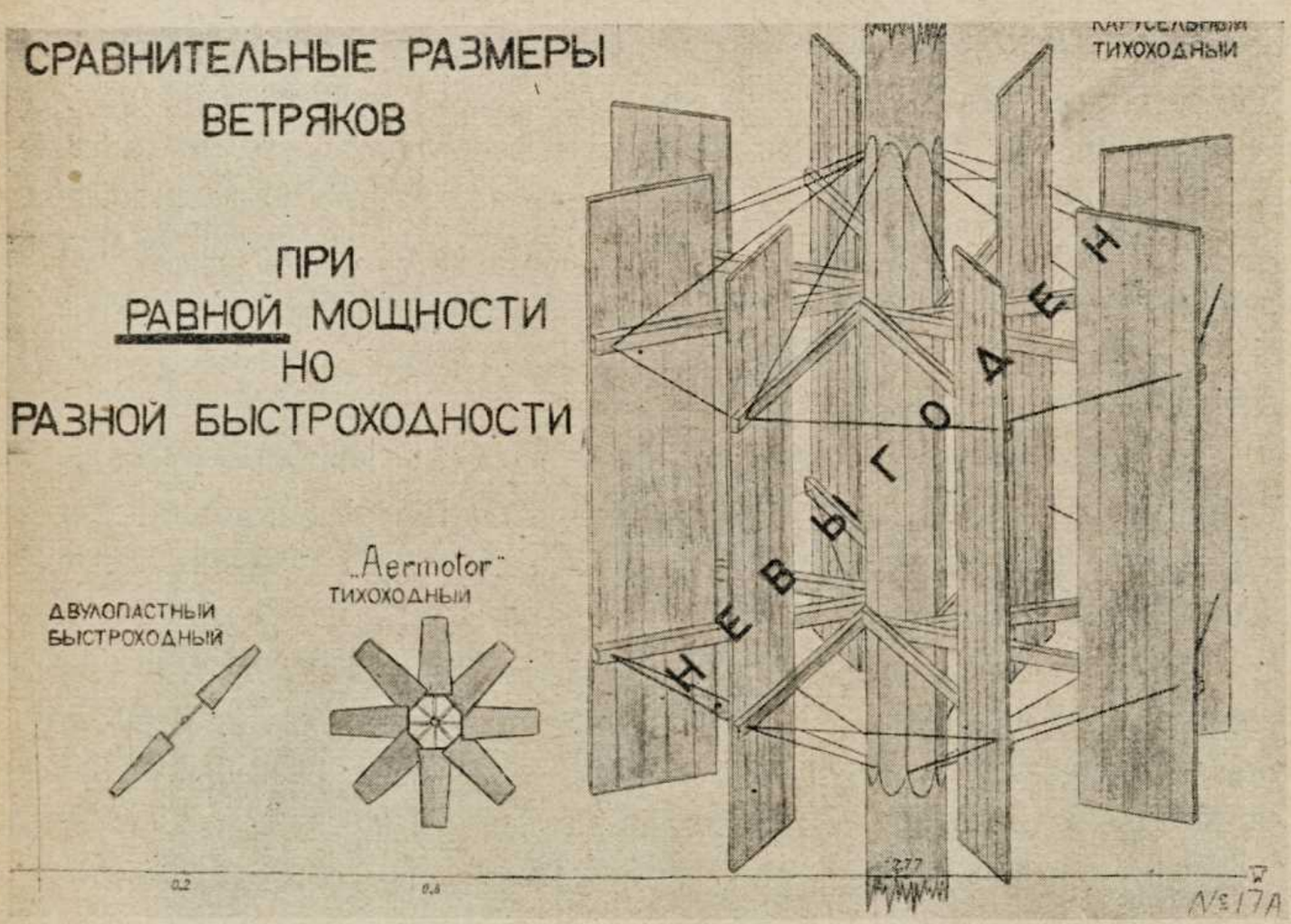
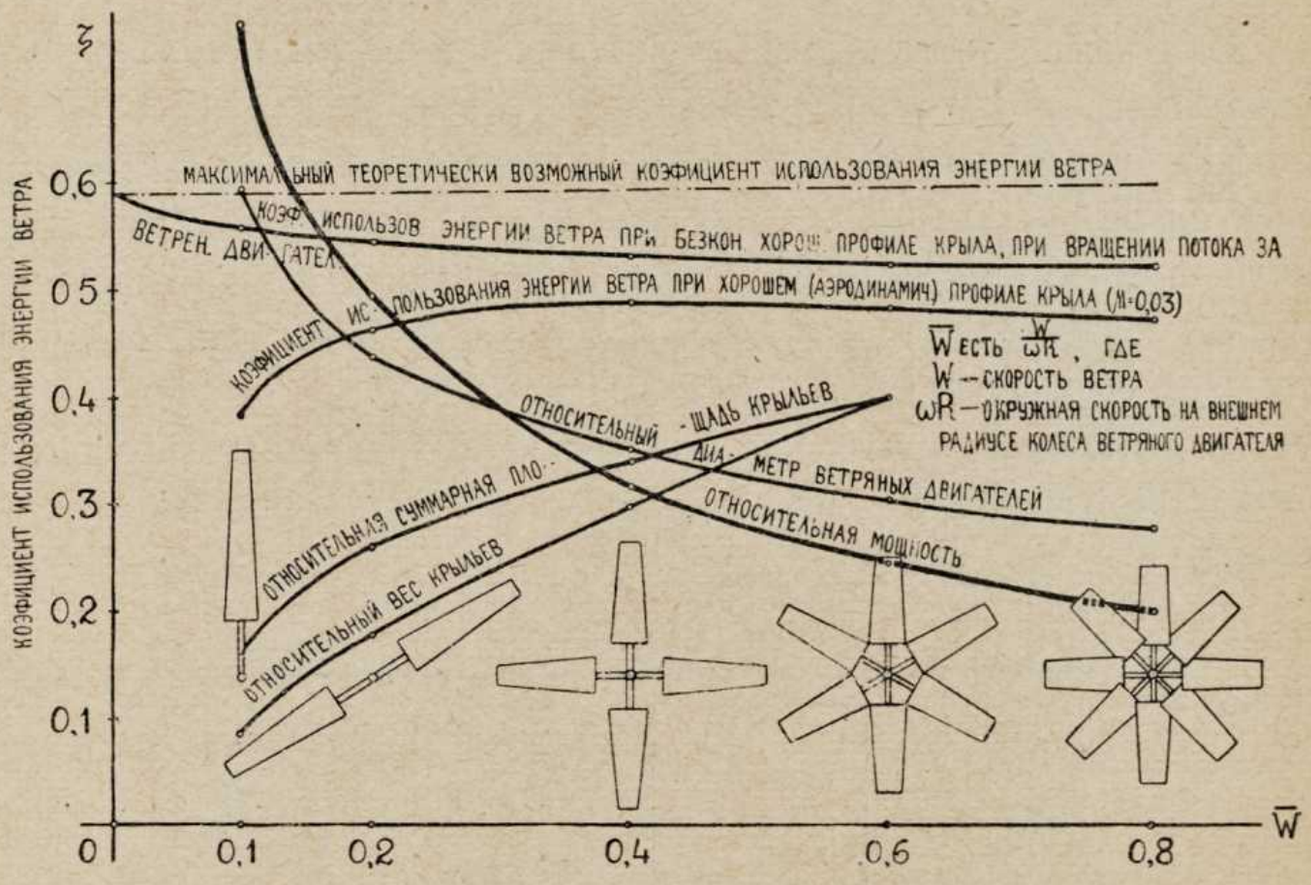



Рис. 8.

тели карусельного типа, у которых ось поставлена перпендикулярно к потоку.

На рис. 8 представлены сравнительные размеры ветряных двигателей, разных типов, отнесенных к одной и той же мощности. По оси абсцисс отложена величина $W = \frac{W}{\omega R}$, где W — скорость ветра, а ωR—окружная скорость на внешнем конце радиуса колеса ветряного двигателя.

Из этого рисунка видим мы, что карусельного типа двигатели обладают низким коэффициентом использования энергии ветра, тихоходностью и громоздкостью. Почти вся площадь, подставляемая действию ветра, у них закрыта материалом, что делает их неспособными выдерживать бури. В прошлом у карусельного типа двигателей только эксперименты, будущее их сомнительно.




Вис. 9.

На рис. 9 выявлены особенности ветряных двигателей крыльчатого типа различной быстроходности. Быстроходность двигателей измеряется обычно числом модулей Z, которое есть частное от деления окружной скорости на внешнем радиусе колеса ветряного двигателя на скорость ветра.

Чем этих модулей больше, тем выше и быстроходность двигателя. Стоимость крыльев ветряного двигателя многолопастного за-

водского типа по данным, полученным от В. П. Давыдова, оставляет в среднем всего лишь 7% от общей стоимости ветряного двигателя с башней.

Пусть мы имеем ветряный двигатель многолопастного типа, преставим себе, что мы сняли с него колесо и поставили себе задачу заменить это колесо колесом более быстроходного типа.

Для сохранения прочности головки двигателя необходимо сохранить для крыльев всех быстроходностей тот же крутящий момент. Тогда диаметр новых крыльев с увеличением быстроходности будет увеличиваться, достигая величины до 1,59 раз большей сравнительно с двигателями многолопастного типа.

Несмотря на увеличение диаметра, благодаря меньшему числу крыльев, вес колеса и давление на него от ветра будут уменьшаться.

Нам важно только, чтобы величины эти не увеличивались и не уменьшали бы прочность головки.

При различной быстроходности коэффициент использования энергии ветра ($\xi$), при хороших профилях крыльев, меняется очень мало и тогда мы получаем вывод, что не уменьшая прочности головки двигателя и почти не удорожая его, так как стоимость крыльев составляет малый процент (порядка 7%) от общей стоимости двигателя и башни, вместе с увеличением быстроходности, благодаря увеличению диаметра, мы повышаем мощность его в несколько раз согласно таблице 2.

ТАБЛИЦА 2.

| Число модулей Z | $\xi$ | Отношение Диаметров $D_1/D$ | Отношение мощностей $N_1/N$ |
|---|---|---|---|
| 1,25 | 6,47 | 1,0 | 1,0 |
| 1,67 | 0,486 | 1,088 | 1,222 |
| 2,5 | 0,492 | 1,24 | 1,606 |
| 5,0 | 0,466 | 1,592 | 2,5 |
| 10,0 | 0,384 | 2,134 | 3,75 |

Единственно, что меняется в условиях работы головки двигателя, это увеличение скорости вращения колеся его пропорционально увелецению мощности.

Рассмотрение таблицы 2 показывает, однако, что скорость вращения двитателя не увеличивается более 2—3 раз.

В виду малой абсолютной скорости вращения существующих американских многолопастных ветряхных двигателей, полагаем, что такое увеличение скорости вращения двигателя не отразится существенно на стоимости и прочности головки.

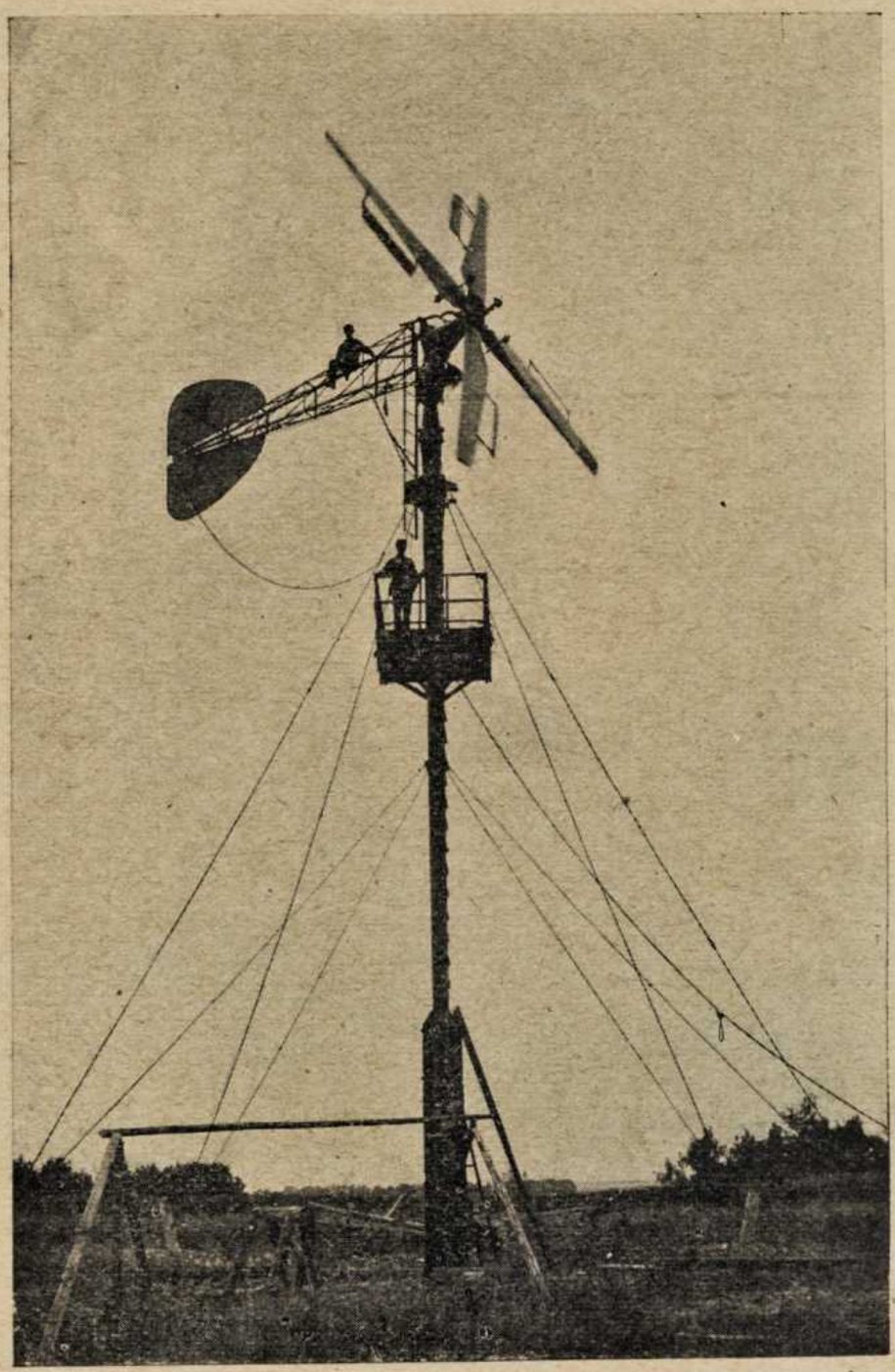


Рис. 10.

Следовательно, основное достоинство ветряных двигателей быстроходного типа—это их дешевизна. Но это не все. Применение идеи Г. Х. Сабинина об использовании самого потока воздуха для регулирования работы крыльев позволило нам создать (рис. 10) тип саморегулирующегося двигателя, скорость вращения которого сохраняется к тому же постоянной в пределах $+ 3{,}4\%$ от средней величины, при разных скоростях ветра и нагрузках.

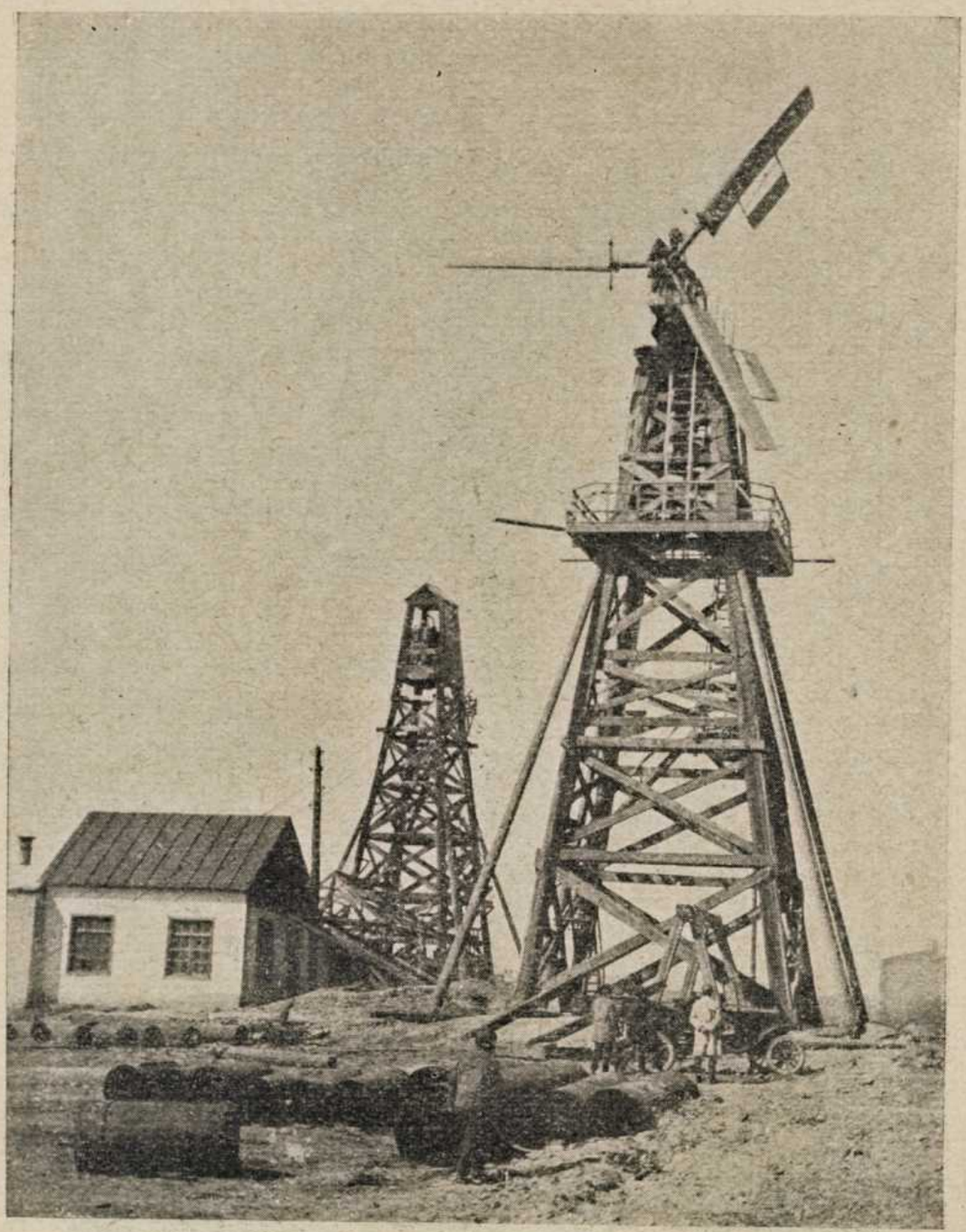


Рис. 11.

Следовательно, второе качество быстроходного ветряного двигателя—постоянство скорости его вращения.

Третье качество—это, благодаря поворотным около маха лопастям, хорошее строгивание с места, и четвертое качество—благодаря все тем же поворотным лопастям и постоянству скорости вращения колеса двигателя—нечувствительность к бурям [1]).

Выводы эти, помимо многолетних лабораторных испытаний, подтверждены на построенном в Баку для Азнефти ветряном двигателе Д = 14 m, мощностью в 50 л. с., при скорости ветра в 10 m/sec.

Двигатель этот (рис. 11) за первые 7 месяцев своей работы по приведению в движение пяти глубоких насосов в Бинагодинском районе выкачал 85% всего количества нефти, добытого на этой установке. Остальные 15% добыты установленным на параллельную работу с этим двигателем нефтяным двигателем в периоды отсутствия ветра.

Недостаток времени не позволяет достаточно подробно остановиться на перспективах, вытекающих из работы Флеттнера с вращающимися цилиндрами. Необходимо все же сказать, что идея применения этих цилиндров к морским судам вполне жизненна и целесообразна не только за границей, но и у нас на наших бурных Черном, Белом, Азовском и Каспийском морях.

Применение этих цилиндров у нас сбережет большую часть дорогого нефтяного топлива, расходуемого на приведение в движение пароходов.

Применение же этих цилиндров к ветряным двигателям малых мощностей нецелесообразно совершенно.

Это видно хотя бы из следующего примера.

На ветряном двигателе диаметром D = 8 m, с быстроходностью Z = 5 модулей, имеющем 4 крыла шириной каждое на внешнем конце своем по 450 mm, если мы заменим крылья эти двумя вращающимися цилиндрами Флеттнера, то диаметр каждого из них получится d = 110 mm и скорость вращения их вокруг мехов достигнет величины в 5 000 об/мин.

---

[1]) Характеристики работы двигателей описаны в трудах Центрального Аэро-Гидродинамического Института. Вып. 2, 4, 22 и 28 г. Москва.

Ясно, что конструкция такового ветряного двигателя чрезмерно сложна, дорога и ничем не оправдывается.

В применении к ветряным двигателям очень больших мощностей вращающиеся цилиндры употреблять технически возможно, но преимущества сравнительно с ветряными двигателями быстроходного типа сомнительны вследствие низкого сравнительно ожидаемого коэффициента использования энергии ветра этих двигателей и небольшой сравнительно их быстроходности.

При $D = 80$ и $Z = 5$, диаметр цилиндров получается $d = 1\,100$ mm и скорость вращения $n = 500$ об/мин.

Мы ознакомились с главными типами ветряных двигателей и с их сравнительными достоинствами и недостатками.

## B. Ветросиловые установки.

Переходим к вопросу о перспективах применения ветряных двигателей для электрификации в условиях СССР.

Разберем случай работы небольшой изолированной (сельской) ветроэлектрической станции.

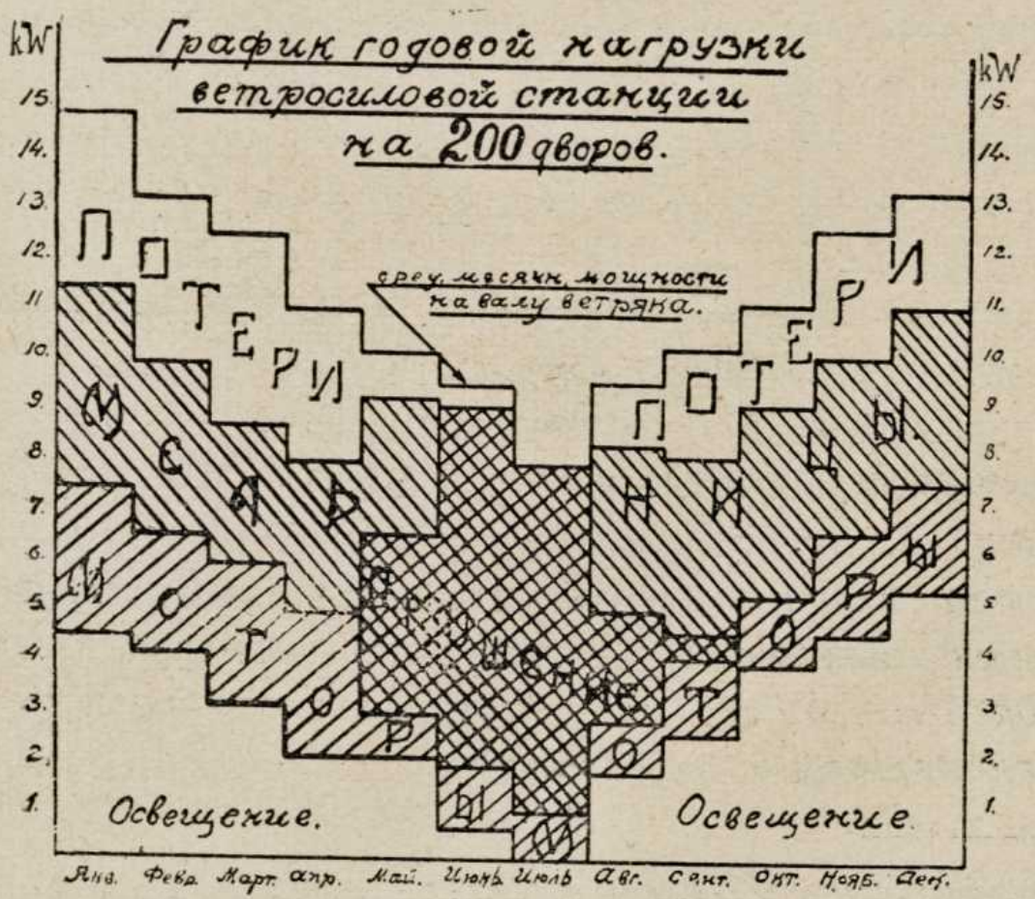



Рис. 12.

На рис. 12 изображен среднегодовой график энергии ветра по месяцам для Московского района.

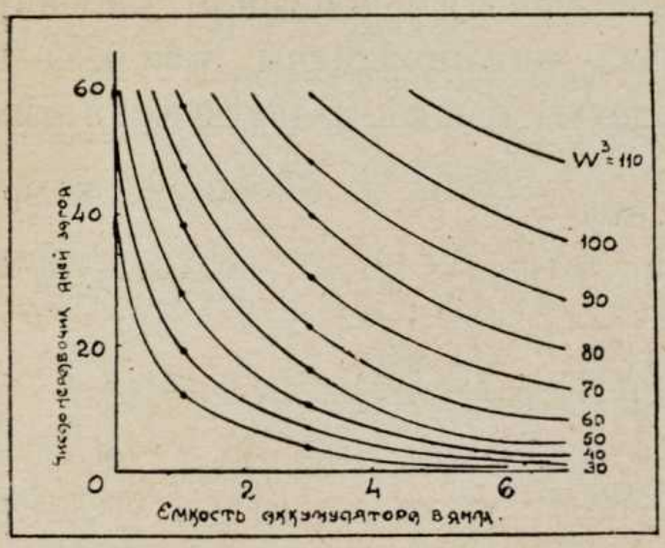



Рис. 13.

Здесь же нанесены примерно потребности деревни в энергии по месяцам года.

Задаваясь таким графиком нагрузки дли нашей станции и обработав ежедневные скорости ветра (г. Москва) за большой промежуток времени (10 лет), *) мы получим график (рис. 13), где по оси абсцисс отложена различная емкость аккумулятора энергии, выраженная в днях среднегодовой нагрузки нашей станции, а по оси ординат отложено среднегодовое за 10 лет число нерабочих дней (или среднегодовое число дней работы резервного двигателя), которое мы будем иметь для данного случая, несмотря на наличие аккумулятора заданной емкости. Каждая кривая относится к скорости ветра (W), куб которой ($W^3$) соответственно обозначен около каждой кривой. Соответственно этим скоростям ветряные двигатели различных диаметров принимают на себя среднегодовую нагрузку нашей станции.

Из этого графика прежде всего видим, что при сообразных технически емкостях аккумулятора энергии, мы не можем получить бесперебойной подачи энергии по твердому графику нагрузки.

Задаемся, что мы допускаем возможность перебоя в подаче энергии в среднем в течение 10 дней за год.

Разберем случай работы ветроэлектрической станции с электрохимическим (свинцовым) аккумулятором.

Зададимся аккумуляторной батареей Тюдор $I_{20}$ — емкостью 150 kWh (680 при 220 V) стоимостью с установкой 16 700 рублей. На ремонт аккумуляторов отчисляем в год 5% их стоимости и 15% на их амортизацию. Зададимся, что эта батарея аккумулирует 2,5 дневную среднегодовую нагрузку нашей станции. Тогда

*) Метод обработки изложен в Трудах Центрального Аэро-Гидродинамического Института № 2, 1923 г. Москва.

годовая выработка станции равна $\frac{150 \cdot 365{,}3}{2{,}5} = 21\,900$ kWh. Задаваясь коэффициентом полезного действия трансмиссии от главного вала ветряного двигателя до вала динамомашины $\eta = 0{,}75$ и $\eta$ динамо $= 0{,}9$ — имеем среднегодовую мощность двигателя в этих условиях равной $\frac{21\,900}{0{,}75 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}736 \cdot 8760} = 5{,}04$ л. с. что при коэффициенте использования энергии ветра $\xi = 0{,}45$ соответствует по формуле

$$N = \xi \frac{mW^2}{2} \cdot \frac{1}{75} = \xi \frac{\rho F W^3}{75 \cdot 2} = \xi \frac{FW^3}{8 \cdot 2 \cdot 75}$$

поверхности ометаемой крыльями двигателя

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{5{,}04 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 75}{0{,}45 \cdot 35{,}2} = 384 \text{ m}^2 \text{ или } D = 22{,}1 \text{ m}.$$

В этой формуле $\xi = \frac{1}{8}$ $\frac{\text{kg. Sec}^2}{\text{m}}$ есть плотность воздуха и $m^3 = 35{,}2$ — куб скорости ветра, взятый нами при принятых условиях из графика рис. 13.

Стоимость единицы мощности ветряных двигателей разных диаметров мало меняется, немного уменьшаясь с увеличением диаметров. Примем для простоты, что стоимость единицы мощности ветряных двигателей разных диаметров не меняется, т. е. что она пропорциональна мощности ометаемой его крыльями.

Современная стоимость ветряного двигателя $D = 20$ m. ($F = \frac{\pi D^2}{4} = 314$ m.$^2$) с башней быстроходного типа ЦАГИ по калькуляции завода «Рабочий Металлист» в Костроме в случае группового изготовления получается около 8 000 рублей.

| | | % на аморт. оборудов. | % на ремонт. |
|---|---|---|---|
| Для разбираемого нами случая стоимость ветродвигателя будет составлять $8\,000 \frac{384}{314} =$ | 9 780 р. | 3 | 6 |
| Батарея аккумуляторов . . . . . | 16 7.0 „ | 15 | 5 |
| Помещение для нее . . . . . | 1 000 „ | 0,5 | 2 |
| Динамомашина 15 kW. . . . . | 1 290 „ | 2 | 4 |
| Распределительный щит . . . . . | 300 „ | 3 | 10 |
| | Итого: 29 070 р. | | |

Годовые расходы.

| | |
|---|---|
| Возврат капитала в 8 л. при 6% | 2 940 р. |
| 6% на капитал | 1 745 „ |
| Амортизация и ремонт | 4 361 „ |
| Персонал, монтер | 600 „ |
| Смазка и обтирка | 240 „ |
| Итого | 9 886 р. |

Стоимость 1 kWh на станции составляет $\frac{988\,600}{21\,900} = 46{,}1$ коп.

Задаваясь различной емкостью аккумулятора или, иначе говоря, придавая к данной батарее ветряные двигатели разных диаметров, получим стоимость энергии на станции согласно табл. 3.

Таблица 3.

| Емкость батареи в днях нагрузки станции. | Среднегодовая выработка станции kWh. | Площадь ометаемая крыльями ветродвиг. $m^2$ | Стоимость 1 kWh. коп. |
|---|---|---|---|
| 3 | 18 200 | 281 | 50,6 |
| 2,5 | 21 900 | 384 | 45,1 |
| 2,0 | 27 400 | 541 | 39,8 |
| 1,5 | 36 600 | 982 | 37,5 |
| 1,0 | 54 800 | 1900 | 35,8 |
| 0,5 | 109 500 | 6460 | 44,4 |

Наименьшая стоимость получилась в том случае, если батарея аккумулирует запас энергии, равный однодневной среднегодовой нагрузке станции.

В случае, если мы сможем энергию сильных ветров использовать без аккумулирования, например, на перемол муки или для орошения, а аккумулируем только количество энергии, необходимое для освещения, водоснабжения и других не отложных ежедневных потребностей, то стоимость энергии для освещения уменьшается.

Определим среднюю стоимость энергии ветра без аккумулирования для московских ветров. Возьмем ветряный двигатель $D = 20$ m.

Согласно графику (4) среднегодовую выработку его определяем при использовании скоростей ветра до 8 m/sec. ($W^3 = 512$)

$$\text{в } \frac{0{,}45 \cdot 314 \cdot 512 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}736}{8 \cdot 2 \cdot 75} \cdot 1840 = 55\,200 \text{ kWh в год.}$$

Принимаем, что в самом лучшем случае сможем мы использовать $55\,200 \cdot 0{,}7 = 38\,600$ kWh в год.

Годовые расходы на ветряной двигатель определятся так:

| | |
|---|---|
| Возврат капитала . . . . . | 810 р. |
| 6% на капитал . . . . . | 480 „ |
| Амортизация и ремонт . . . . . | 720 „ |
| Обслуживание . . . . . | 600 „ |
| Смазка и обтирка . . . . . | 240 „ |
| Итого . . | 2 850 р. |

что дает $\frac{285\,000}{38\,600} = 7{,}4$ коп. за 1 kWh.

Определим, сколько ложится на 1 kWh только от аккумуляторной батареи в случае, если емкость ее составляет однодневную среднегодовую выработку нашей станции.

В этом случае годовая выработка станции (табл. 3) составляет 54 800 kWh в год.

Стоимость батареи со зданием, динамомашиной и щитом имеем 19 290 р.

Годовые расходы составляют:

| | |
|---|---|
| Возврат капитала . . . . . | 1 950 р. |
| 6% на капитал . . . . . | 1 160 „ |
| Амортизация и ремонт . . . . . | 4 321 „ |
| Итого . . . . . | 7 431 р. |

что дает стоимость 1 kWh $= \frac{743\,100}{54\,800} = 13{,}6$ коп.

Таким образом, в случае, если мы сможем использовать энергию ветра без аккумулирования и только для малой $\frac{54\,800}{38\,600 \frac{1\,900}{314}} = 0{,}236 \cong 0{,}25$ части ее иметь помощью аккумулятора гарантированную подачу энергии по твердому графику нагрузки, то стоимость энергии составит $13{,}6 + 7{,}4 = 21$ коп. за 1 kWh.

Получаем вывод о безусловной нерентабельности ветроэлектрических станций со свинцовыми аккумуляторами в современных условиях СССР.

Переходим к расчету ветроэлектрических станций с гидравлическими аккумуляторами.

При расчете аккумулятора мы предполагаем, что нижний водоем мы имеем естественный — реку или озеро. Верхний водоем — искусственный (копаный) причем, если грунт песчаный, то дно и стенки водоема выстилаем глиною слоем толщиною до 0,5 m. Ветряной двигатель расположен отдельно на холме в открытом месте и связан проводами с электродвигателем аккумулятора. На прошлый конкурс Наркомзема ЦАГИ совместно с ГЭТ представлен был проект такой ветроэлектрической станции, причем пуск станции в ход и вся ее работа была запроектирована происходящей автоматически. Опуская за недостатком места описание такой установки и считая, что стоимость такой установки уменьшится не существенно при том или другом комплекте и расположении отдельных машин, входящих в состав такого аггрегата, переходим к подсчетам экономическим.

Зададимся коэффициентами полезного действия отдельных машин и сооружений:

| | |
|---|---|
| трансмиссии ветряного двигателя . . . . . | 0,75 |
| динамомашин . . . . . | 0,9 |
| насоса . . . . . | 0,7 |
| водяной турбины . . . . . | 0,75 |
| испарения и просачивания водоема аккумулятора | 0,8 |
| трубопровода . . . . . | 0,88 |

Тогда для энергии на зажимах динамомашины ветряка будем иметь $\eta = 0{,}75 \cdot 0{,}9 = 0{,}675$. Для энергии же ветра, которая пройдет через аккумулятор, мы имеем еще следующие потери:

| | |
|---|---|
| электродвигателя . . . . . | 0,9 |
| насоса . . . . . | 0,7 |
| потери испарения и просачивания аккумулятора . . . . . | 0,8 |
| трубопровод . . . . . | 0,88 |
| водяная турбина . . . . . | 0,75 |
| динамо аккумулятора . . . . . | 0,9 |
| Итого $\eta =$ . . . . . | 0,298 |

а всего $\eta = 0{,}298 \cdot 0{,}675 = 0{,}2$.

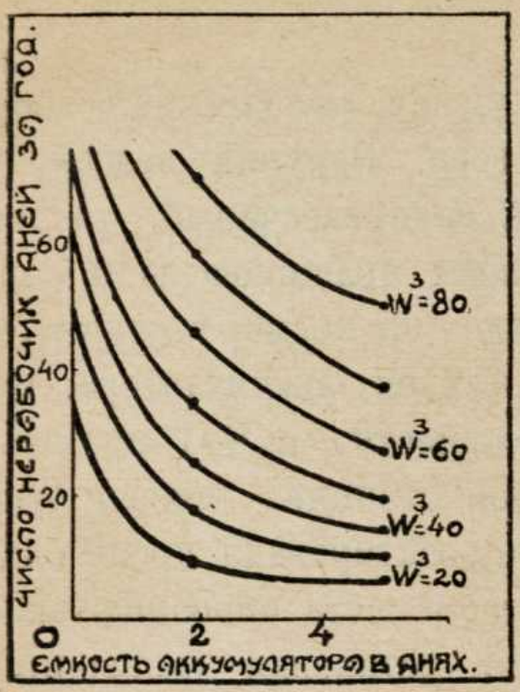



Рис. 14.

Для данного случая, когда мы получаем обратно только 0,298 энергии, затраченной на зарядку аккумулятора, графики, подобные рис. 13, изображены на рис. 14.

Вследствие низкого коэффициента полезного действия аккумулятора мы не разбираем сейчас случай, когда вся энергия ветра должна пройти через аккумулятор, так как представляется вполне очевидным, что в этом случае энергия будет чрезвычайно дорога.

Ниже разбирается случай, когда мы как правило передаем энергию с динамо ветряка прямо в сеть и только излишки ее расходуем на зарядку аккумулятора и, как в данном случае, получаем обратно только 0,298 часть энергии, затраченной на зарядку аккумулятора. Строительная стоимость гидравлического аккумулятора емкостью 125 kWh при высоте напора воды $H = 10$ m следующая:

| % на аморт. оборуд. | % на ремонт. | | |
|---|---|---|---|
| — | 1 | Напорный бассейн емкостью 1 200 m в песчаном грунт | 7 518.— |
| 0,5 | 3 | Напорный трубопровод из чугун. труб D=12″ длина 80 m. | 1 588.— |
| 1 | 3 | Турбина Френсиса 12 л. с. с гидравл. регулятором . | 2 300.— |
| | | Центробежный насос 6″ . . . . . | 1 200. |
| 1 | 3,5 | Монтаж аггрегата . . . . . | 860.— |
| 0,5 | 2 | Здание турбонасосной станции . . . . . | 1 612.— |
| 2 | 4 | Динамо-машина 15 kV 230 V. пост. тока со спец. обмоткой . . . . . | 1 294.40 |
| 2 | 4 | Электродвигатель 7 kV. . . . . | 788.50 |
| 2 | 4 | Динамо 2 kW. (контрольное) . . . . . | 304.50 |
| 2 | 4 | Электромагнитные муфты 4 шт. по 150 р. . . . . | 600 — |
| 2 | 4 | Электромагнитный вентиль . . . . . | 30.0— |
| 3 | 10 | Соединения внутри помещения . . . . . | 400.— |
| 3 | 10 | Распределительный щит . . . . . | 763.40 |
| | | Электрический монтаж . . . . . | 300.— |
| | | Соединение станции с подстанцией . . . . . | 300.— |
| | | ИТОГО: Р. . . . . | 20 128 80 |

Задаваясь емкостью этого аккумулятора в 3 дня—имеем среднегодовую выработку нашей станции в $\frac{125 \cdot 365{,}3}{3} = 15\ 200$ kWh в год, что соответствует среднегодовой мощности ветряного двигателя $N = \frac{15\ 200}{0{,}75 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}736 \cdot 8760} = 3{,}5$ л. с.

Задавая коэффициентов использования энергии ветра по прежнему $\xi = 0{,}45$, имеем поверхность ометаемую крыльями ветродвигателя в $F = \frac{3{,}5.2.8.75}{0{,}45.25} = 372$ m² или $D = 21{,}8$ m.²

Здесь $W^3 = 25$ взят нами из графика рис. 14.

Для разбираемого нами случая стоимость ветряного двигателя будет составлять — $8\ 000 \frac{372}{314} = 9\ 430$ р.

Стоимость аккумулятора 20 128 » 80 к.

Итого: Р. 29 558 р. 80 к.

Годовые расходы составят:

| | | |
|---|---|---|
| Возврат капитала . . . . . | 2 990 р. | — к. |
| 6% на капитал . . . . . | 1 780 „ | — „ |
| Амортизация и ремонт . . . . . | 1 551 „ | 48 „ |
| Персонал . . . . . | 600 „ | — „ |
| Смазка и обтирка . . . . . | 240 „ | — „ |
| Итого: . . . . | 7 161 р. | 48 к., |

что дает стоимость 1 kW в $\frac{716\ 148}{15\ 200} = 47{,}1$ коп.

Задаваясь различной среднегодовой выработкой станции при данной емкости аккумулятора, получаем стоимость энергии согласно таблице 4.

Таблица 4

| Емкость батареи в днях нагрузки станции. | Среднегодовая выработка станций в kWh | Площадь, ометаемая крыльями ветр. дв. в m. | Стоимость 1 kWh коп. |
|---|---|---|---|
| 3 | 15 200 | 372 | 47,1 |
| 2,5 | 18 300 | 500 | 43,6 |
| 2,0 | 22 800 | 680 | 40,0 |
| 1,5 | 30 400 | 1 070 | 38,3 |
| 1,0 | 45 500 | 2 160 | 40,8 |

Наименьшая стоимость у нас получилась, когда емкость аккумулятора энергии соответствует полуторадневной среднегодовой нагрузке нашей установки.

Определим стоимость энергии в том случае, если мы средние и сильные ветра будем использовать без аккумулирования для перемола хлеба, орошения и др. работ.

Разберем случай, когда емкость аккумулятора составляет 1,5 дня среднегодовой нагрузки станции.

В этом случае годовые расходы только аккумулятора составляют:

| | |
|---|---|
| Возврат капитала . . . . . | 2 030 р. — к. |
| 6% на капитал . . . . . | 1 200 „ — „ |
| Амортизация и ремонт . . . . | 703 „ 48 „ |
| Смазка и обтирка . . . . . | 240 „ — „ |
| Обслуживание . . . . . | 600 „ — „ |
| Итого . . . . | 4 773 р. 48 к., |

что ложится на 1 kWh стоимостью в $\frac{477\,348}{30.400} = 15{,}7$ коп.

Ранее задавались мы годовой выработкой ветряного двигателя $D = 20$ m². ($F = 314$ m.²) в 38 600 kWh в год.

Годовая выработка для разбираемого нами случая составит $38\,600 . \frac{1\,070}{314} = 131\,000$ kWh в год.

Весьма хлопотливые подсчеты показали, что в рассматриваемом случае при работе с аккумулятором мы имеем 5 410 kWh в год энергии, прошедшей через аккумулятор.

Следовательно потери в аккумуляторе составят $\frac{5\,410(1-0{,}298)}{0{,}298} =$

$= 12\,790$ kWh в год.

За вычетом этого количества среднегодовая выработка ветряных двигателей составит: $131\,000 - 12\,790 = 128\,210$ kWh в год.

Стоммость ветряных двигателей составляет $8\,000 \frac{1\,070}{314} = 27\,200$ р.

Годовые расходы:

| | |
|---|---|
| Возврат капитала . . . . . | 2 750 р. |
| 6% на капитал . . . . . | 1 630 р. |
| Амортизация и ремонт . . . . . | 2 440 р. |
| Обслуживание . . . . . | 600 р. |
| Смазка и обтирка . . . . . | 480 р. |
| Итого: | 7900 р., |

что составляет на 1 kWh $\frac{790\,000}{128\,210} = 6{,}2$ коп.

Таким образом, в этом случае стоимость энергии ветра, обеспечиваемой гидравлическим аккумулятором, составит $15{,}7 + 6{,}2 = 21{,}9$ коп. на 1 kWh.

Получаем вывод о нерентабельности ветроэлектрических станций с гидравлическими аккумуляторами при напоре воды аккумуляторов $H = 10$ m и Московских ветрах.

Стоимость гидравлического аккумулятора слагается из расходов:

а) зависящих от напора.

| | |
|---|---|
| Напорный бассейн . . . . . | 7 518 р. |
| Водяная турбина . . . . . | 2 300 р. |
| Центробежный насос . . . . . | 1 200 р. |
| | 11 018 р. |

б) постоянных, зависящих только от мощности аггрегата.

Все остальное, по приведенному выше списку, на 9 110 р.

При увеличении набора стоимость расходов от него зависящих уменьшается. Примем, что в самом лучшем случае эти расходы не уменьшатся более чем в четыре раза, что составит $\frac{11\,018}{4} = 2\,750$ рублей.

В этом предположении годовые расходы на аккумулятор составят:

| | |
|---|---|
| Возврат капитала . . . . . | 1 200 р. — |
| 6% на капитал . . . . . | 710 р. — |
| Амортизация и ремонт . . . . . | 537 р. 80 к. |
| Персонал . . . . . | 600 р. — |
| Смазка и обтирка . . . . . | 240 р. — |
| Итого: | 3 287 р. 80 к., |

что в предположении, что емкость аккумулятора составляет полуторадневную нагрузку нашей станции, ляжет стоимостью в $\frac{328\,708}{30\,400} = 10{,}8$ коп. за 1 kWh.

В случае постановки ветряных двигателей в местах с более сильными ветрами, например, вблизи побережья морей (Ай-Петри 6,2 m/sec) мы будет иметь (рис. 3) выработку нашей станции в $\frac{2\,980}{1\,840} = 1{,}62$ раза большую и следовательно стоимость 1 kWh.

$$\frac{6{,}2}{1{,}62} = 3{,}82 \text{ kWh.}$$

В этом случае стоимость энергии ветра обеспеченной гидравлическим аккумулятором составит 10,8 + 3,82 = 14,62 коп. за 1 kWh.

Получаем окончательный вывод, что гидравлические аккумуляторы мыслимы лишь в местах с сильными ветрами, с большой высотой напора (не меньшей 40 m) и все же там, где обеспечивается аккумулятором количество энергии, составляющее только $\frac{30\,400}{131\,000} = 0{,}232$, т. е. менее чем $^1/_4$ часть от того, что должны мы использовать от наших ветряных двигателей на нужды, допускающие перерывы в подаче энергии.

У нас получилась стоимость энергии ветроэлектрических станций с гидравлическими и свинцовыми аккумуляторами примерно одинаковая. Но часть работ по устройству гидравлического аккумулятора можно осуществлять силами самой деревни — это удешевляет энергию. В условиях полузасушливых районов воду верхнего водоема гидравлического аккумулятора можно использовать для орошения приусадебных земель — это также удешевляет энергию.

Несмотря на это все же надо твердо сказать, что в современных условиях СССР, небольшие ветроэлектрические станции с какими бы то ни было аккумуляторами энергии ветра рентабельными не будут никогда.

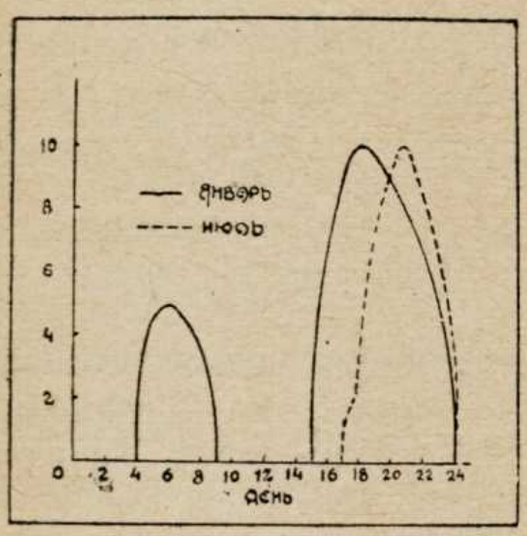



Рис. 15.

Переходим к рассмотрению параллельной работы ветряных двигателей с нефтяным двигателем.

Задаваясь осветительным суточным графиком нагрузки для Января и Июля (рис. 15) и находя графики нагрузки для других месяцев путем интерполяции по синусоиде между названными графиками и подсчитывая повторяемость ветра московского района, мы получаем график (рис. 16), где по оси басцисс отложены среднегодовые кубы скорости ветра ($W^3$), при которых ветряные двигатели принимают на себя среднегодовую мощность нашей станции, а по оси ординат отложено среднегодовое число дней работы резервного двигателя, обеспечивающего беспербойность работы нашей станции.

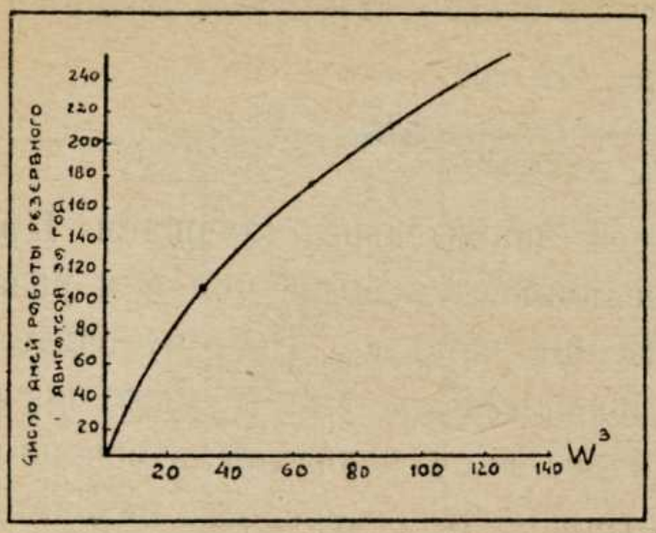



Рис. 16.

Ниже приводятся несколько примеров расчета на случай, когда энергию ветра использовать становится выгодным в современных условиях СССР. Условия эти состоят в том, что мы для электрификации деревни используем существующие ветряные мельницы. Мельницы эти мы усовершенствуем, снабжая их саморегулирующимися крыльями ЦАГИ, дающими им постоянство скорости вращения с точностью до $\pm 3{,}4\%$ и предохраняющими их от разноса во время бури. Кроме того, мы главный вал мельниц ставим на ролики и снабжаем мельницы автоматическим механизмом для поворота их на ветер.

Заводскую стоимость этих переделок ветряной мельницы D-20 m ($F = 314$ m$^2$) для дальнейших расчетов оцениваем мы в 2 500 рублей.

Допустим, что мы имеем нефтяной двигатель в 25 л. с. стоимостью в 4 500 рубл. Принимая прежние коэффициенты полезного действия, мы будем иметь мощность на зажимах соответствующей ему динамомашины в $25 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}736 = 14{,}92 \cong 15$ kW.

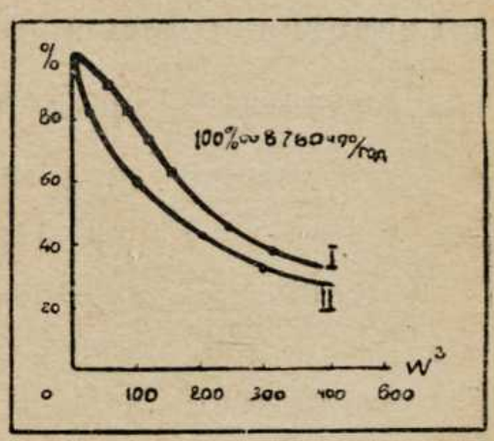



Рис. 17.

Из рассмотрения графиков (рис. 17) видим мы, что среднегодовая нагрузка станции меньше максимальной в 3,57 раза. Следовательно, годовое число часов работы станции, отнесенное к полной мощности равно $\frac{8\,760}{3{,}57} = 2\,450$ час/год. Годовая выработка $15 \cdot 2450 = 36\,700$ kWh / год.

Среднегодовая мощность на валу ветряного двигателя

$$\frac{15}{3{,}57 \cdot 0{,}736 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}75} = 8{,}48 \text{ л. с.}$$

Разберем случай, когда такую мощность развивает ветряной двигатель при $W^3 = 60$.

По прежнему имеем площадь, ометаемую крыльями ветряного двигателя $F\frac{\pi D^2}{4} = \frac{8{,}48 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 75}{0{,}45 \cdot 60} = 375$ m².

Стоимость переделок двигателя — $2\,500 \cdot \frac{375}{314} = 2\,980$ р.

Переделывая двигатель, мы его значительно улучшаем. При том же диаметре мощность его увеличивается более чем в 2 раза, не говоря уже об автоматичности его работы. Поэтому считая, что на электрификацию будем мы использовать, как то ниже показано, лишь малую долю выработки ветряной мельницы в вечерние и утренние часы суток, мы стоимость работы по переделке мельницы на месте и 50% заводских на это расходов переносим на нагрузу мельницы, не связанную с электрификацией.

Тогда в нашем случае расход на переделку мельницы для

| | |
|---|---|
| Электрификации будет | 1 490 р. |
| Нефтяного двигателя | 4 500 р. |
| Динамомашины | 1 494 р. |
| Щит | 500 р. |
| Монтажа | 300 р. |
| Итого: | 8 284 р. |

Считая, что на 1 лош. силу-час расходуется 0,4 kg нефти и принимая согласно графику (рис. 15), что в этом случае нефтяной двигатель работает $\frac{165 \cdot 24 \cdot 25}{3{,}57} = 28\,000$ л. с. ч/год, получаем, что в течение года нефтяной двигатель израсходует топлива $0{,}4 \cdot 28\,000 = 11\,200$ kg $\sim$ 672 пуда.

Оценивая суммарно стоимость топлива и эквивалент смазки в 1 р. 20 коп. за пуд — получим стоимость топлива в год—810 р. Считая прежние нормы, имеем в этом случае годовые расходы:

| | | |
|---|---|---|
| Возврат капитала | 838 р. | |
| 6% на капитал | 496 „ | |
| Амортизация и ремонт нефтяного двигателя 9% | 405 „ | |
| „ „ „ остальн. машин | 276 „ | 50 к |
| Обслуживание | 600 „ | |
| Топливо | 810 „ | |
| Итого | 3425 р. | 50 к. |

что дает стоимость 1 kWh в $\frac{342\,550}{36\,700} = 9{,}35$ коп.

Разбирая случаи, когда мы, сохраняя одну и ту же выработку станции, к нашему нефтяному двигателю присоединяем более

мощные ветряные двигатели, имеем результаты в нижеследующей таблице:

| $W^3$ | F ветряного двигателя $m^2$ | Стоимость 1 kWh в коп. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Стоимость топлива. | | | |
| | | 1 р. 20 к. за пуд. | | 1 р. 50 к. за пуд. | |
| | | Стоимость нефтяного двигателя. | | | |
| | | 4 500 р. | 2 500 р. | 4 500 р. | 2 500 р. |
| 60 | 375 | 9,35 | 7,98 | 9,88 | 8,51 |
| 50 | 450 | 9,2 | 7,86 | 9,71 | 8,35 |
| 40 | 560 | 9,28 | 7,9 | 9,7 | 8,3 |
| 30 | 750 | — | — | 10,0 | 8,64 |
| Стоимость при работе одного только нефт. двиг. (2 450 час. год). | | 10,9 | 9,5 | 12,1 | 10,7 |

В последней строке поставлена стоимость энергии нашей станции в случае работы только одного нефтяного двигателя без ветряного двигалеля.

Посмотрим, какую часть среднегодовой выработки ветряных мельниц используем мы для электрификации.

В случае $W^3 = 50$ имеем мы $F = 450$. Используя энергию ветра $W = 7$ m/sec ($W^3 = 343$) имеем, согласно графику. рис. (3)— 2 800 часов рааоты, отнесенной к мощности ветряного двигателя при этих условиях в $\frac{0{,}45 \,.\, 450 \,.\, 343}{8.2.75} = 57{,}8$ лош. сил, что соответствует годовой выработке на зажимах динамо-машины в $57{,}8 \,.\, 0{,}636 \,.\, 0{,}75 \,.\, 2\,800 = 80\,500$ kWh год. Для электрификации используем мы $36\,700 \cdot \frac{220{,}3}{365{,}3} = 22\,100$ kWh в год. За вычетом энергии на электрификацию остается 58 400 kWh в год энергии, которую мы можем расходовать в дневные часы суток.

Полагаем, что мы имеем право поэтому 50% заводской стоимости нередолок ветряной мельницы на месте, перенести на работы, не связанные с электрификацией.

Окончательно получаем вывод, что используя существующие мельницы для электрификации деревни и уменьшая, благодаря этому, годовой расход топлива в 2,5 — 3 раза, мы можем удешевить стоимость энергии на 20—30%.

Для южных районов с более сильными ветрами выводы будут значительно благоприятнее.

Так опыт работы ветряного двигателя ЦАГИ в Баку на Промыслах Азнефти параллельно с нефтяным двигателем показал, что на долю ветра приходится там 85% общей выработки этой установки.

Переходим к рассмотрению перспектив применения энергии ветра для промышленной электрификации.

Разберем случай работы группы ветряных двигателей снабженных генераторами на общую сеть.

Подсчеты В. Р. Секторова показали, что в случае работы на сеть высокого напряжения (38 000 V) подстанция, состоящая из 8 ветряных двигателей D = 30 m, снабженных асинхронными генераторами по 100 kW с компенсацией на подстанции cos φ стоит 359 400 рубл. или, считая, что из 8 ветряных двигателей работают лишь 7, а один находится в ремонте и следовательно, считая установленную мощность подстанции в 700 kW, мы имеем стоимость 1 kW в 513 рубл. Из показанной суммы стоимость ветряных двигателей составляет 46,9%, стоимость электротехнической части 37,4%, а остальные — монтаж, проект и проч. расходы.

Годовые расходы состоят из:

а) 6% на строительный капитал, без возврата капитала.

б) амортизации и ремонта по нормам изложенным выше.

в) персонала—3% от строительной суммы.

г) разных расходов—2% от строительной суммы.

В данном случае это составит всего 59 036 рубл. в год. Примем, что мощность 100 kW генератора соответствует мощности в 150 лош. сил на валу ветряного двигателя. Подсчитывая, как то было раньше уже указано, мы получим, что эту мощность двигатель D = 30 m (F = 710 $m^2$) разовьет при $W^3 = \frac{150 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 75}{0{,}45 \cdot 710} = 563$, т. е. при скорости ветра W = 8,25 m/sec.

Из графика рис. 4 мы видим, сколько часов в году в разных районах будет работать наша установка при таком $W^3$. Оценивая потери в линиях между ветряными двигателями и подстанцией и в трансформаторах в 8%, имеем мы на шинах подстанции годовую выработку энергии для Москвы.

700 . 1 660 . 0,92 = 1 070 000 kWh в год и стоимость 5,52 коп. за 1 kWh, для района Ай-Петри—709 . 2 980 . 0,92 = 1 920 000 kWh за год и 3,08 коп. за 1 kWh, для района Баку 700 . 5 340 . 0,92 = = 3 440 000 kWh за год и 1,72 коп. за 1 kWh и района Новороссийска 700 . 5 950 . 0,92 — 3 840 000 kWh в год и 1,54 коп. за 1 kWh. Конечно, цифры эти только приближенные. Для Крыма, например, есть вероятие полагать, что для открытых мест на горах мы можем иметь более сильные, чем Ай-Петри (5,2 m/sec) ветры, доходящие в среднем до m/sec (Кыз Аульский Маяк 8,5 m/sec и следовательно, годовую выработку 700 . 4 400 . 0,92 = 2 835 000 kwh в год и стоимость в 2,09 коп. за 1 kWh.

Мысль у нас и за границей упорно работает сейчас над созданием ветряного двигателя мощностью до 1 000 kW и более. Если мы нримем, что стоимость единицы мощности двигателя в 1000 kW будет такая же, как и двигателя в 100 kW то в этом предположении подстанция из 8 аггрегатов с установленной мощностью в 7 000 kW будет стоить 2 533 700 рубл., из которых стоимость ветряных двигателей составит 66,3%, стоимость электрического оборудования, по подсчетам В. Р. Секторова,—20,9% и остальное—прочие расходы.

Стоимость одного установленного киловатта получается 362 рубля. Сумма годовых расходов такой подстанций 366 951 рубль и стоимость энергии: для Москвы 3, 43 коп. для Крыма (7 m/sec) 1, 3, коп. для Баку—1, 07 коп. и для Новороссийска—0,95 коп. за 1 kWh.

Таким образом мы получаем грубо ориентировочные цифры оценки энергии ветра для промышленной электрификации в отдельных районах.

Представляется интересным рассмотреть, может ли широко развитая сеть государственных электропередач района протяжением до 1 000 km обеспечить непрерывную подачу энергии ветра, если к ней в разных местах приключать группы ветряных двигателей.

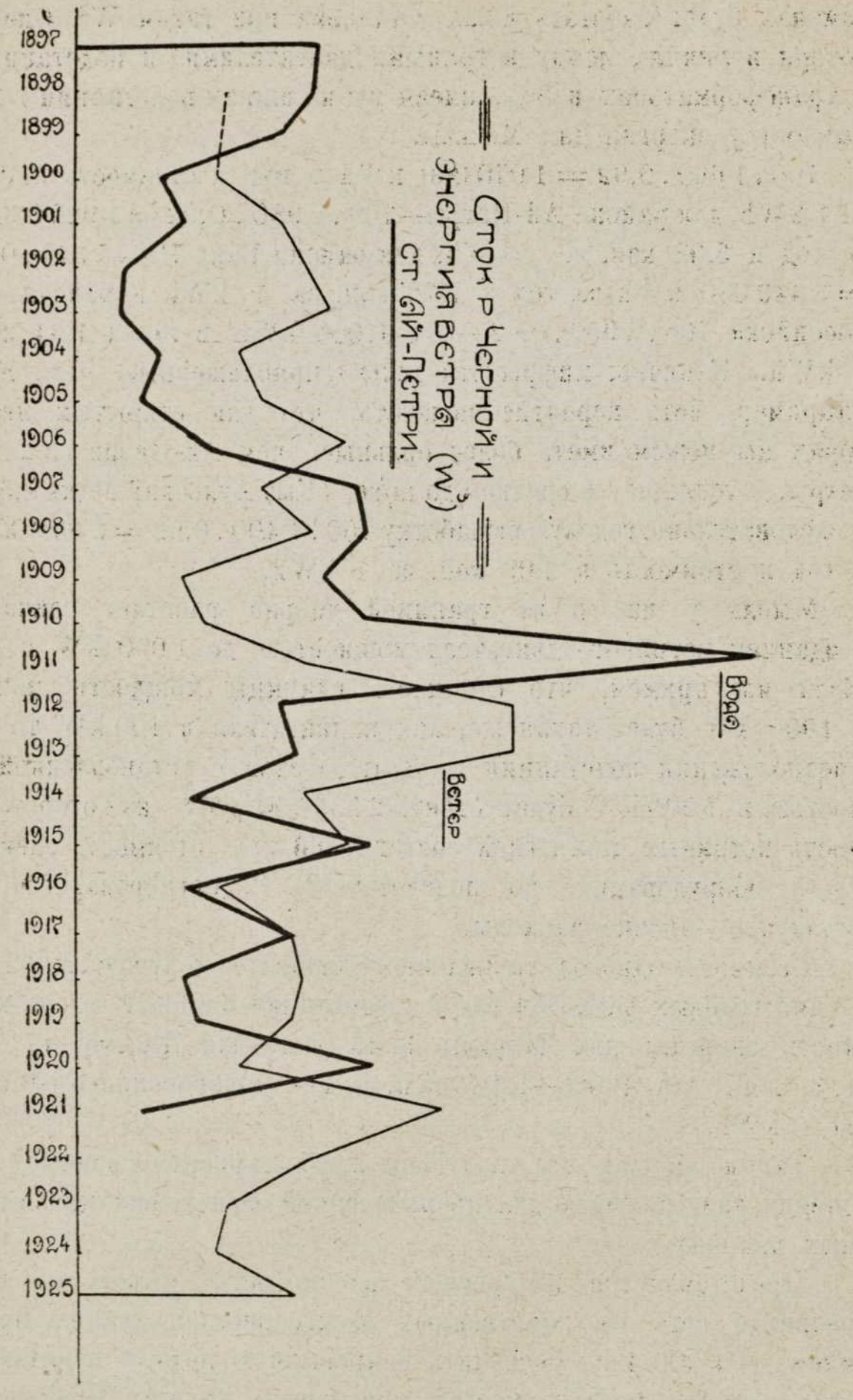

Сток р Черной и
энергия ветра ($W^3$)
ст. Ай-Петри.
Вода
Ветер
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925

Рис. 18.

На рис. 17 кривая I (обозначения те же, что и на рис. 4) дает результат подсчета среднего ветра района Москва—Донецкий бассейн—Сталинград—Елабуга—Москва за 15 лет.

Кривая II есть результат подсчета для одинокой станции, имеющей ту же среднюю скорость (4,04 m. sec), что и средний ветер района.

Здесь интересны наобсолютные цифры, т. к. взятые в обработку метеорологические станции имели флюгера в большинстве недостаточно открыто расположенные, а цифры сравнительные.

Мы видим, что если при $W^3 = 100$ от одного пункта, мы можем иметь энергию в течение 5 250 часов в году, то для целого района мы будем иметь энергию ветра в течение 7 000 часов в году.

Получаем вывод, что полного перекрытия затишья одного места района протяжением в 1 000 km ветрами в другом его месте получить мы не можем.

Предварительное обследование показало, что мы не можем получить безусловно полного перекрытия и для района протяжением в 3 000 km.

Резерв для энергии ветра необходим.

Весьма подходящим источником энергии для параллельной работы с ветром является энергия воды.

На рис. 18 представлен по годам сток р. Черной (в Крыму) и количество энергии ветра ст. Ай-Петри.

Мы видим, что в годы засушливые количество энергии ветра увеличивается. И это явление, повидимому, не случайное. Работа в этом направлении продолжается, но предварительные результаты таковы, что в засушливые годы ветер усиливается и для всего юга Европейской части СССР.

Рассмотрение годовых периодов стока воды и энергии ветоа также показывает на их противоположность—в то время как зимою расход воды в реках минимальный, мы имеем наиболее сильные ветра из всего года.

В Крыму перспективы параллельной работы энергии ветра и воды особенно благоприятны тем, что на р. Черной в Байдар-

ской долине предположен к постройке водоем, вмещающий в себя полугодовой сток воды.

Таким образом видим мы, что для промышленной электрификации энергию ветра особенно рационально было бы использовать для работы на сеть параллельно с районными гидравлическими станциями при условии широкого регулирования в них стока воды с использованием его преимущественно в периоды безветрия.

---

**Цена—45 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «КОМИНТЕРН» Центрального Изд-ва Нар. СССР. Красная ул. № 1.
Ленинградский гублит № 38 556 — 2 1/4 л. Тираж 1 700 экз.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инж. А. Б. Кравченко.*

## СЕЛЬСКАЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ В СССР [1]).

В настоящее время, когда мы готовимся приступить к плановому проведению сельской электрификации, чрезвычайно важно установить, что уже сделано в этой области и что мы имеем.

Точной, текущей, статистики по сельской электрификации мы еще не имеем, и до сего времени приходилось пользоваться различными сводками и предположениями, степень достоверности которых вызывала большие сомнения.

Но осенью 1925 года Центральным Статистическим Управлением СССР во время промышленной переписи было произведено по заданию Главэлектро обследование сельской электрификации по утвержденной Госпланом форме.

Полученные с мест материалы в числе 681 заполненных бланков переписи, Ц. С. У. передало в Главэлектро для разработки.

При рассмотрении этого материала Отдел Статистики Главэлектро забраковал 166 бланков по следующим причинам:

6 бланков, как дубликаты,

95, как относившихся к описанию станций городских или в поселениях городского типа.

18 бланков на станции закрытые или строющиеся,

46 » » » специального назначения.

Использовано было 515 бланков.

Материалы эяого обследования были занесены Главэлектро отдельно по каждой станции в ведомости по областям-районам, на которые разделяется СССР.

Эти данные были дополнены сведениями, полученными Главэлектро в 1925—1926 г.г. из докладов с мест о отчетов электростроительных организапий.

Таким образом, были получены материалы, рисующие положение сельской электрификации на 1-е Октября 1926 года.

Вспоминая газетные заметки с мест, можно думать, что некоторые станции не были учтены и что наибольшее число их про-

---

[1]) По данным статистики к концу 1926 г.

пусков падает на Сибирь, Дальневосточную область и некоторые местности Закавказья.

Но все-же собранные сведения, по нашему мнению, охватывают не менее 85% всех существующих сельских электрических станций.

Такое количество материалов позволяет нам с достаточной степенью точности обрисовать степень развития у нас сельской электрификации, что и нобудило автора взяться за их разработку.

Во избежание недоразумений, считаю долгом сказать, что по некоторым электрическим установкам не все графы бланков были заполнены; напр., указывалась мощность генератора и не было мощности двигателя и обратно. В этих случаях автору приходилось или определять пропущенные числа, сообразуясь со всеми прочими данными или же находить их путем экстраполирования, что, конечно, несколько понижает степень точности составленных автором таблиц.

Тем не менее, можно с достаточной точностью ответить на следующие вопросы:

1) Как велико у нас распространение электричества в деревне?

2) Что из себя представляют сельские электрические станции?

3) Кто владеет ими?

Взглянем бегло на распространение сельской электрификации в некоторых из стран Западной Европы [1]).

В Германии (за исключением восточной Пруссии) в настоящее время до 90% всех сельских хозяйств пользуется электрическим освещением; электроснабжение их производится почти исключительно от районных станций.

В Швеции в 1924 году было электрифицировано около 40% всей удобной земли; электроснабжение производится как от крупных районных, так и от мелких гидроэлектрических станций, которых имеется довольно много в стране.

В Дании в 1924 году сельская электрификация охватывала около 30% всех селений и ферм.

Во Франции из 38964 коммун (сельских общин) электрифицировано 6137 или 15,5%; разрабатываются проэкты элекрифи-

---

[1]) См. доклад инж. Э. О. Фальк «Сельская электрификация за-границей».

кации 12 233 коммуны. С их осуществлением более 50% всех сельских местностей будет электрифицировано.—Электроснабжение производится, главным образом, от районных станций.

Эти краткие цифры достаточно покасывают нам, какие большие размеры приняла сельская электрификация за границей.

Посмотрим, каковы наши достижения в этой области.

По данным статистики [1]) в СССР (без Узбекской ССР и Кара - Киргизской автономной области) имеется 360 065 селений.

Из них электрической энергией снабжаются в той или иной степени только 1 169.

Таким образом, у нас электрифицировано (да и то частично) всего около 1/3 процента селений.

Подробные сведения о распространении электричества у нас в деревне дает таблица № 1.

Первое место по числу электрифицированных селений (545) занимает Центрально-Промышленная область; за ней идут области Уральская (140) и Северо-Западная (100); последнее место занимает Вятско-Ветлужская область (13 сел.).

Средний размер одного селения весьма различен по областям и колеблется от 1 010 дворов (Юго-Западная область) до 30 дворов (Северо-Восточная область 1).

При рассмотрении этой таблицы обращает внимание, что степень электрификации этих селений весьма незначительна: из 327 619 дворов имеющихся в них, электричеством пользуются всего только 100 863, т. е. 31%.

Этот процент наиболее высок в Северо-Западной (57,3%) и Центрально-Промышленной областях (56%) и наименьший на Кавказе (6,2%).

Одной из причин неполной электрификации селений является, как мы увидим дальше, маломощность сельских станций.

На Северном Кавказе, в Сибири и на Украине мы часто встречаем в крупных селах крохотные станции, которые неспособны удовлетворить энергией и 1/10 петребности населения.

---

[1]) «Народное хозяйство в цифрах» статистическис справочник С. Ц. У. Москва, 1925 г.

Таблица № 1.

**Распространение электричества в сельских местностях.**

| №№ по порядку | ОБЛАСТЬ | Число электрифицирован. селений | Число дворов в них | Число электрифицирован. дворов | Среднее число дворов на 1 селение | Средн. число электрифицирован. дворов на 1 селение | Средний % электрифициров. дворов в селении |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Вятско-Ветлужская обл. . | 13 | 594 | 475 | 46 | 36,4 | 79,5 |
| II | Западная область . . . . | 26 | 6 507 | 2 700 | 252 | 113,5 | 45 |
| III | Кавказ . . . . . | 62 | 81 052 | 5 400 | 1 300 | 86,8 | 6,2 |
| IV | Северо-Восточная область | 48 | 1 444 | 5 400 | 30 | 28,2 | 94 |
| V | Северо-Западная область . | 100 | 7 060 | 1 350 | 70,6 | 40,1 | 57,3 |
| VI | Сибирь . . . . . | 39 | 18 375 | 4 010 | 470 | 175 | 37 |
| VII | Средне-Волжская область . | 50 | 16 000 | 6 848 | 320 | 98 | 30,6 |
| VIII | Центрально - Промышленная область . . . . . | 545 | 64 500 | 35 000 | 116 | 65 | 56 |
| IX | Центрально - Черноземная область . . . . . | 43 | 16 700 | 13 200 | 390 | 397,5 | 80 |
| X | Уральская область . . . . | 140 | 44 250 | 15 500 | 316 | 111 | 35,2 |
| XI | Юго-Восточная область . | 24 | 13 787 | 3 520 | 575 | 147,5 | 35,8 |
| XII | Юго-Западная область . . | 46 | 46 500 | 4 340 | 1 010 | 94 | 9,3 |
| XIII | Южно-Горно-Промышленная область . . . . . | 33 | 10 850 | 3 560 | 330 | 108 | 32 |
| | Среднее . . | 1 169 | 327619 | 100863 | 288 | 94 | 33,4 |

## III.

## Для чего же применяется электричество в нашей деревне?

Преимущественно для освещения. Количество установленных лампочек резко колеблется по отдельным областям и составляет в среднем от 1,5 до 2,5 лампочки на электрифицированный двор.

Для всего СССР можно считать в среднем по 2 установленных лампы на 1 электрифицированный двор.

Электричество, как двигательная сила, пока имеет весьма малое распространение.

По данным обследования в сельских местностях имеется около 380 электродвигателей на общую мощность около 3 351 л. с.

Средняя мощность одного электродвигателя составляет 8,7 л. с.

Средняя мощность электродвигателей, приходящаяся на один электрифицированный двор составляет около 0,03 л. с.

Нужно при этом иметь ввиду, что в вышеуказанном числе электродвигателей имеются и такие, которые хотя работают и в сельских местностях, но на предприятиях, которые едва ли можно считать связанными с сельской или кустарной промышленностью.

Причины слабого распространения электродвигателей в сельском хозяйстве заключаются отчасти в маломощности сельских электрических станций, что мы увидим дальше, но также, по нашему мнению, в дороговизне электродвигателей и, быть может, в малой пригодности существующих типов двигателей для работы в тяжелых условиях деревни.

Подробную картину распространения электродвигателей в деревне даст нам таблица № 2.

## IV.

В Западной Европе сельские местности снабжаются энергией, главным образом, от районных станций.

У нас-же, по данным статистики, более 415 селений снабжаются энергией от сельских электрических станций, как это показывает таблица № 3.

В этой таблице обращает внимание, преже всего, ничтожный процент селений, получающих энергию от районных станций.

При ближайшем ознакомлении со статистическими материалами надо признать, что некоторое количеутво селений этой категории обследователями не учтено, быть может потолу, что ими неправильно, слишком узко, была понята цель учета «сельской» электрификации. Но если мы даже увеличим число селений в этой графе до 100 (что по нашему мнению является предельным), то и тогда электрификация от районных и городких станций составит лишь 8% общего числа электрифицированных селений.

ТАБЛИЦА № 2.

**Применение электродвигателей в сельских местностях.**

| | ОБЛАСТЬ. | Число электродвигателей. | Общая мощность электродвигателей. Л. С. | Средняя мощность электродвигателей. Л. С. |
|---|---|---|---|---|
| I | Вятско-Ветлужская обл. . | — | — | — |
| II | Западная область . . . . | 2 | 4 | 2 |
| III | Кавказ. . . . . | 27 | 244 | 9 |
| | » . . . . . | *x* | 33 | — |
| IV | Северо-Восточная обл. . | 3 | 45 | 15 |
| V | Северо-Западная обл. . . | 18 | 117 | 6,5 |
| | » . . | 2 | *x* | — |
| VI | Сибирь . . . . . | 3 | 18 | 6 |
| VII | Средне-Волжская обл. . . | 18 | 248 | 13,8 |
| | » . . | 8 | 50 | — |
| VIII | Центрально-промышл. обл. | 82 | 765 | 9,3 |
| | » . . | 46 | *x* | — |
| | » . . | *x* | 406 | — |
| IX | Центрально-Черноозем. обл. | 25 | 252 | 10 |
| | » . . | *x* | 103 | — |
| | » . . | 24 | 127 | 5,3 |
| X | Уральская область . . . | — | — | 14 |
| | » . . | 10 | *x* | — |
| | » . . | 2 | — | — |
| XI | Юго-Восточная область . | — | 28 | 14 |
| | » . . | *x* | 6 | — |
| | » . . | 16 | 98 | 6,1 |
| XII | Юго-Западная область . . | — | — | — |
| | » . . | *x* | 67 | — |
| | » . . | 2 | 22 | 11 |
| XIII | Южно-Горно-пром. обл. . | *x* | 205 | — |
| | | 230 | 2 018 | 8,7 |
| | Итого . | 58 | *x* | |
| | | *x* | 820 | |
| | Всего (экстраполируя). | 382 | 3 351 | 8,7 |

ТАБЛИЦА № 3.

**Электроснабжение сельских местностей.**

| | ОБЛАСТЬ. | Число селений, получающих энергию: от государственных районных и городских станций. | от фабрично-заводских (несельских) предприятий и ж. д. станций. | от сельских электрических станций. | Итого. |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Вятско-Ветлужская обл. . . . | — | — | 13 | 13 |
| II | Западная область . . . . . | — | 4 | 22 | 26 |
| III | Кавказ . . . . . | — | 2 | 60 | 62 |
| IV | Северо-Восточная область . . . | — | 4 | 44 | 48 |
| V | Северо-Западная область . . . | — | 6 | 94 | 100 |
| VI | Сибирь . . . . . | — | 1 | 38 | 39 |
| VII | Средне-Волжская область . . . | — | 7 | 43 | 50 |
| VIII | Центрально-Промышленная обл. | 12 | 69 | 464 | 545 |
| IX | Центрально-Черноземная обл. . | — | 9 | 34 | 43 |
| X | Уральская область . . . . . | — | 10 | 130 | 140 |
| XI | Юго-Восточная область . . . . | — | 4 | 20 | 24 |
| VII | Юго-Западная область . . . . | 1 | 3 | 42 | 46 |
| XIII | Южно-Горно-Промышленная область. . . . . | 6 | 2 | 25 | 33 |
| | | 19 | 121 | 1 029 | 1 169 |
| | В %%. . . . . | 1,6 | 10,4 | 88 | 100 |

Несколько большую роль в электрификации деревни (10,4% всех селений) играют расположенные в сельских местностях фабрики и заводы (не сельско-хозяйственного характера), а также железнодорожные электрические станции. Но огромное большинство селений (88%) получают энергию от сельских электрических станций.

По данным статистики на 1-е Октября 1926 года в СССР имелось 647 сельских электрических станций с общей мощностью генераторов 14 627 kW, из них 380 электрических станций (59%)

существуют, как самостоятельные предприятия и 267 (41%) устроены при различных предприятиях почти исключительно на переработке с.-х. продуктов, образуя различного рода комбинаты.

Средняя мощность самостоятельной станции составляет 29 kW; средняя мощность самостстоятельной станции при промышленных предприятиях равна 13,7 kW.—

Следует отметить, что в обеих группах встречаются чисто карликовые установки в 1—5 kW.—

Самостоятельных электрических станций с такой ничтожной мощностью имеется 43. По большей части эти станции имеют в качестве двигателей простые водные колеса или же маленькие нефтяные двигатели.

Таких же мелких (15 kW) станций при промышленных предприятиях имеется свыше 60.

Как распространены по областям и какова общая и средняя мощность этих электрических станций показывает таблица № 4.

При каких же промышленных предприятиях чаще всего устраиваются сельские электрические станции? Каково соотношение в таких комбинатах между мощностью двигателя и мощностью генератора?

Ответ на эти вопросы дает нам таблица № 5.

Как видим, из общего числа 267 электрических станций 249 (94%) построены при мельницах и только 16 (6%) при всех других предприятиях.

Таким образом, сельская мельница есть самый близкий друг и сотрудник сельской электрической станции.

Одной из главных причин такого явления является то обстоятельство, что из всех сельских предприятий мельница имеет наиболее продолжительную в году (до 3 000 часов) и равную нагрузку.

Другая причина заключается отчасти в тарифной политике при страховании мельниц на случай пожара.

Прежние страховые О-ва и даже наш Госстрах значительно снижает тариф по страхованию мельницы, если она имеет электрическое освещение.

Поэтому владельцы мельниц еще до революции нередко устанавливали в мельницах мелкие динамо мощностью 1—5 kW, которые давали освещение не только мельнице, но и соседним усадьбам.

ТАБЛИЦА № 4.

**Распространение сельских электрических станций по областям.**

| | ОБЛАСТЬ. | Станции как самостоятельные предприятия | | | Станции при сельских промыш. предприятиях | | | ИТОГО | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Число станций | Общая мощность генераторов kW | Средняя мощность электрической станции | Число станций | Общая мощность генераторов kW | Средняя мощность электрической станции | Число станций | Общая мощность генераторов kW | |
| I. | Вятско-Ветлужская обл. . . . . | 2 | 12 | 6 | 8 | 73 | 9,1 | 10 | 85 | |
| II. | Западная область . . . . . | 7 | 154 | 22 | 9 | 91 | 10,1 | 16 | 245 | |
| III. | Кавказ . . . . . | 39 | 1 346 | 34,5 | 15 | 200 | 13,3 | 54 | 1 546 | |
| IV. | Северо-Восточная область . . . | 5 | 84 | 16,8 | 6 | 99 | 16,5 | 11 | 183 | |
| V. | Северо-Западная область . . . | 25 | 626 | 25,1 | 12 | 127 | 10,5 | 37 | 753 | |
| V. | Сибирь . . . . . | 23 | 506 | 22 | 15 | 319 | 21,2 | 38 | 825 | |
| VII. | Средне-Волжская обл. . . . . | 21 | 787 | 38,4 | 9 | 107 | 11,8 | 30 | 894 | |
| VIII. | Центрально-Промышленная обл. | 174 | 4 038 | 23,2 | 62 | 1 060 | 17,6 | 236 | 5 098 | |
| IX. | Центрально-Черноземная обл. . . | 20 | 464 | 23,2 | 14 | 190 | 13,5 | 34 | 654 | |
| X. | Уральская область . . . . . | 24 | 1 532 | 63,7 | 81 | 780 | 8,6 | 105 | 2 312 | |
| XI. | Юго-Восточная область . . . . | 10 | 205 | 20,5 | 12 | 237 | 19,7 | 22 | 442 | |
| XII. | Юго-Западная область . . . . . | 16 | 721 | 45,1 | 16 | 274 | 17,1 | 32 | 995 | |
| XIII. | Южно-Горно-Промышленн. обл. | 14 | 515 | 36,7 | 8 | 80 | 10 | 22 | 595 | |
| | | 380 | 10 990 | 29 | 267 | 3 637 | 13,7 | 647 | 14 627 | |

ТАБЛИЦА № 5

**Сельские электрические станции при промышленных предприятиях.**

| | Область | При мельницах | | | При прочих предприятиях | | | Итого по области. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Число станций | Общая мощность двигателей л. с. | Общая мощность генераторов kW | Число станций | Общая мощность двигателей л. с. | Общая мощность генераторов kW | Число станций | Общая мощность двигателей л. с. | Общая мощность генераторов kW | Средняя мощность двигателей л. с. | Средняя мощность генераторов kW |
| 1 | Вятско—Вотлужская обл. | 7 | 187 | 44 | 1 | 120 | 29 | 8 | 307 | 73 | 38,3 | 9,1 |
| 2 | Западная область | 8 | 144 | 84 | 1 | 8 | 7 | 9 | 152 | 81 | 16,8 | 10,1 |
| 3 | Кавказ | 12 | 558 | 146 | 3 | 61 | 36 | 15 | 619 | 200 | 41,4 | 13,5 |
| 4 | Северо-Восточная обл. | 6 | 201 | 99 | 3 | 66 | 37 | 6 | 201 | 99 | 33,3 | 15,9 |
| 5 | Северо-Западная обл. | 9 | 187 | 90 | — | — | — | 12 | 253 | 127 | 21,1 | 9,9 |
| 6 | Сибирь | 15 | 964 | 319 | — | — | — | 15 | 964 | 319 | 64,4 | 21,4 |
| 7 | Средне-Волжскяя обл. | 9 | 241 | 107 | — | — | — | 9 | 241 | 107 | 26,7 | 11,8 |
| 8 | Центрально-Промышленная область | 57 | 1 456 | 866 | 5 | 227 | 194 | 62 | 1 683 | 1 060 | 27,1 | 17,1 |
| 9 | Центрально-Черноземная обл. | 14 | 355 | 190 | — | — | — | 14 | 355 | 190 | 25,5 | 14 |
| 10 | Уральская область | 78 | 3 883 | 765 | 3 | 50 | 15 | 81 | 3 933 | 780 | 48,5 | 9,6 |
| 11 | Юго-Восточная область | 12 | 735 | 237 | — | — | — | 12 | 735 | 237 | 61,2 | 19,7 |
| 12 | Юго-Западная область | 16 | 619 | 274 | — | — | — | 16 | 619 | 274 | 38 | 17,2 |
| 13 | Южно-Горно-Промышленная область | 8 | 442 | 140 | — | — | — | 8 | 442 | 140 | 55,2 | 17,6 |
| | | 251 | 9 972 | 3 379 | 16 | 532 | 318 | 267 | 10 564 | 3 697 | 39,3 | 13,8 |

Интересно также отметить, что средняя мощность генератора почти нигде не достигает мощности двигателя и в среднем составляет около 30% его.

Это дает основание утверждать, что эти мелкие электрические станции, работая на освещение, имеют в то же время и силовую нагрузку от промышленного предприятия; но только эту нагрузку несет двигатель комбината непосредственно, без превращения механической энергии в электрическую.

647 электрических станций обслуживают всего 1 029 селений; на 1 станцию приходится в среднем 1,6 селения.

Эти цифры заставляют предположить, что сельская электрификация в огромном большинстве случаев проводится постоянным током.

Действительно, из 647 электрических станций только 64 переменного тока; остальные 643 станции дают постоянный ток.

Несколько менее половины электрических станций постоянного тока имеют напряжение 110 V; около половины—220 V и остальные $2 \times 220$ V.

Распространение станций переменного тока по областям и их средние величины дает нам таблица № 6.

Станции переменного тока строятся, главным образом, как самостоятельные предприятия (52 из 64).

Средняя мощность такой станции составляет 82,5 kW; средняя мощность станции переменного тока при промышленном предприятии равна 24 kW; как видим, эти мощности значительно выше средних мощностей.

Из общего числа 64 станций 50 станций, трехфазного тока и только 14 однофазного.

Средняя мощность станции трехфазного тока (86,3 kW) значительно выше мощности станции однофазного тока (18,8 kW).

Огромное большинство генераторов имеют низкое напряжение 220 V; напряжение 380 V встречается только на 4 станциях.

Высокое напряжение встречается только в 27 установках (42%); применяется, главным образом, 3 300 и 6 000 V, кое-где встречаются установки и в 2 000 V (Шунга) и 5 000 V.

Огромное большинство сельских электрических станций (73%) имеет тепловые двигатели; наибольшее распространение имеют двигатели нефтяные и дизеля (50%). Кое где, при домах отдыха и народных домах, встречаются мелкие керосиновые двигатели.

ТАБЛИЦА № 6.

**Сельские электрические станции переменного тока.**

| | Область | Станции, как самостоятельные предприятия | | Станции при промышленных предприятиях | | Итого. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Число станций | Общая мощность kW | Число станций | Общая мощность kW | Число станций | Общая мощность kW |
| 1 | Вятско-Ветлужская обл. . . . | — | — | 1 | 29 | 1 | 29 |
| 2 | Западная область . . . . . | 2 | 60 | — | — | 2 | 60 |
| 3 | Кавказ . . . . . | 4 | 395 | — | — | 4 | 395 |
| 4 | Северо-Западная область . . . | 4 | 302 | — | — | 4 | 302 |
| 5 | Сибирь . . . . . | 1 | 15 | 2 | 75 | 3 | 90 |
| 6 | Средне-Волжская область . . . | 2 | 170 | 1 | 14 | 3 | 184 |
| 7 | Центрально-Промышленная обл. | 23 | 1 619 | 2 | 16 | 25 | 1 635 |
| 8 | Центрально-Черноземная обл. . | 3 | 189 | — | — | 3 | 189 |
| 9 | Уральская область . . . . . | 2 | 749 | 4 | 140 | 6 | 889 |
| 10 | Юго-Восточная область . . . . | 2 | 11 | 1 | 6 | 3 | 17 |
| 11 | Юго-Западная область . . . . | 7 | 520 | 1 | 7 | 8 | 527 |
| 12 | Южно - Горно - Промышленная область . . . . . | 2 | 260 | — | — | 2 | 260 |
| | | 52 | 4 290 | 12 | 287 | 64 | 4 577 |

Паровые двигатели встречаются значительно реже и преимущественно в лесных местностях. Газогенераторы довольно редки.

Паровые машины и локомобили но большей части маломощны и, следовательно, будучи без конденсации и переправа, крайне не экономны.

Гидравлические двигатели имеются на 177 станциях и составляют 27% общего числа их.

В это число входит 131 турбина и 46 водяных колеса.

Средняя мощность водяной турбины около 45 л. с.; средняя мощность колеса—21,5 л. с.

Наибольшее число водяных турбин 42 и водяных колес (25) имеется в Центрально-Промышленной области; наименьшее — в Южной Горно-Промышленной области.

Тарифы сельских электрических станций отличаются чрезвычайной пестротой.

До сих пор в некоторых, правда, весьма немногих местах, вносят плату за энергию натурой: картошкой (в районах переработки картофеля), дровами для станций (в лесных местах), даже трудом — в виде ежегодной доставки определенного количества земли для плотины.

Но в подавляющем большинстве случаев плата вносится в денежной форме.

Плата за освещение вносится почти всюду «за свечу» или с «лампочки», при чем далеко не везде указано, во сколько свечей эта «лампочка».

Кое где дана цена за 1 kWh.

Совершенно осталось неизвестным, по каким принципам производилась калькуляция энергии и были ли учтены и в каких размерах расходы по капиталу.

По этим причинам мы не сочли возможным дать по тарифам какие либо сводные таблицы.

Можно ли отметить, что в большинстве случаев тариф за свечу не превышает 5 коп. в месяц, при чем на станциях гидравлических он ниже, чем на станциях тепловых.

Сравнивая тарифы станций. начавших свою эксплоатацию до новой экономической политики с тарифами станций более позднего происхождения, можно отметить, что первые тарифы ниже вторых.

Также более низкими представляются нам тарифы станций при промышленных предприятиях по сравнению с тарифами самостоятельных станций.

Сельская электрификация началась у нас с 90-х годов, но до Октябрьской революции она развилась очень медленно. Электрические станции устраивали, главным образом, помещики в имениях для освещения исключительно своих усадьб или же владельцы мельниц, побуждаемые к этому льготами по страхованию от пожара.

Кооперативные станции насчитывались немногими единицами.

Электричество было роскошью недоступной крестьянину.

Как медленно шел рост числа сельских электрических станций до 1918 года и как он усилился при советской власти, отчетливо показывает таблица № 7.

ТАБЛИЦА № 7.

**Рост числа сельских эл. станций по годам.**

| Начало эксплоатации станций, год | Станции, как самостоятельные предприятия | | | Станции при промышленных предприятиях | | | Итого | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Число станций | Общая установл. мощность генераторов kW | Средняя мощность станций kW | Число станций | Общая установл. мощность генераторов kW | Средняя мощность станций | Число станций | Общая мощность kW |
| 1898 | 1 | 115 | 115 | — | — | — | 1 | 115 |
| 1890—1895 | — | — | — | 2 | 14 | 7 | 2 | 14 |
| 1896—1900 | 2 | 45 | 22,5 | 1 | 25 | 25 | 3 | 70 |
| 1900—1905 | 8 | 275 | 34,4 | 4 | 22 | 5,5 | 12 | 297 |
| 1906—1910 | 13 | 252 | 19,4 | 12 | 132 | 11 | 25 | 384 |
| 1911—1915 | 10 | 199 | 19,9 | 21 | 218 | 10,4 | 31 | 417 |
| 1916 | 2 | 57 | 28,5 | 6 | 72 | 12 | 8 | 129 |
| 1917 | 1 | 24 | 24 | 6 | 35 | 6 | 7 | 59 |
| 1898—1917 | 37 | 967 | 26,1 | 52 | 518 | 10 | 89 | 1 485 |
| 1918 | 7 | 182 | 26 | 10 | 82 | 8,2 | 17 | 264 |
| 1919 | 15 | 185 | 12,3 | 13 | 137 | 10,5 | 28 | 322 |
| 1920 | 25 | 608 | 24,3 | 20 | 328 | 16,4 | 45 | 936 |
| 1921 | 29 | 607 | 20,9 | 33 | 351 | 10,6 | 62 | 958 |
| 1922 | 25 | 444 | 17,8 | 27 | 289 | 10,7 | 52 | 733 |
| 1923 | 26 | 1 080 | 41,5 | 13 | 168 | 13 | 39 | 1 248 |
| 1924 | 76 | 1 570 | 20,6 | 46 | 788 | 17,1 | 122 | 2 358 |
| 1925 | 52 | 1 402 | 27,0 | 34 | 620 | 18,2 | 86 | 2 022 |
| 1926 | 32 | 2 347 | 73,3 | 3 | 182 | 61 | 35 | 2 529 |
| 1918—1926 | 287 | 8 425 | 29,9 | 199 | 2 945 | 14,8 | 486 | 11 370 |
| Год неизвестен | 56 | 1 598 | 28,5 | 16 | 174 | 10,9 | 72 | 1 772 |
| Итого . . | 380 | 10 990 | 29 | 267 | 3 637 | 13,7 | 647 | 14 627 |
| в %% | 59% | 75% | — | 41% | 25% | — | 100% | 100% |

Оставляя в сторону группу станций, год начала работы которых неизвестен, мы видим, что в конце 1917 года в России было в сельских местностях 37 станций самостоятельных и 52 при промышленных предприятиях, а всего 89 со средней мощностью 18 kW.

Это все то, что унаследовала деревня от царской России.

К концу 1926 года, т. е. за 9 лет советской власти построено новых: 287 самостоятельных электрических станций и 199 станций при промышленных предприятиях, а всего 486 станций, т. е. в $5^1/_2$ раз больше.

Вместе с тем несколько увеличилась и средняя мощность электростанции—с 18 до 22,3 kW.

Рассматривая развитие роста электричества по годам, мы видим, что наибольшее число пущенных в работу станций было в 1924 году (122); в последующие годы число новых станций становится меньше, но зато средняя мощность одной станции становится значительно больше.

Ассигнуя средства на развитие сельской электрификации, государство должно знать, какие местные организации наиболее пригодны ведать электроснабжением населения и по какой, следовательно, линии успешнее всего может итти электрификация деревни.

При разрешении этих вопросов существенное значение имеет фактическое положение дела в настоящее время, которое изображено на таблице № 8.

Если из общего числа электрических станций исключить те, владельцы которых неизвестны, то остальные 565 станций распределяются следующим образом:

| | |
|---|---|
| а) Кооперация всех видов владеет . . . . . | 38,5% |
| б) Разные государственные учреждения и общественные организации . . . . . | 35,6% |
| в) Сельсоветы, Вики, Рики . . . . . | 21,2% |
| г) Губисполкомы и уисполкомы . . . . . | 8,3% |
| д) Частные лица . . . . . | 6,4% |
| | 100% |

В кооперации первое место занимают сельско-хозяйственные кооперативы, включая сюда всякого рода с.-х. коллективы и коммуны—им принадлежит около 20% всех электрических станций,

## Таблица № 8.

**Кто владеет сельскими электрическими станциями.**

| | ОБЛАСТЬ | Кооперация. | Сельсоветы ВИКИ РИКИ | Губисполкомы и Уисполкомы. | Разные госучреждения и общественные организации. | Частное лицо | Владелец неизвестен | Итого |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Вятско-Ветлужская область | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | — | 10 |
| 2. | Западная область | 4 | 6 | — | 5 | 1 | — | 16 |
| 3. | Кавказ | 10 | 19 | 5 | 14 | 3 | 3 | 54 |
| 4. | Северо-Восточная область | 6 | 1 | 2 | 1 | — | | 10 |
| 5. | Северо-Западная область | 20 | 3 | 7 | 4 | 3 | — | 37 |
| 6. | Сибирь | 10 | 6 | 2 | 2 | 3 | 15 | 38 |
| 7. | Средне-Волжская область | 10 | 6 | — | 10 | 4 | — | 30 |
| 8. | Центрально-Промышленная область | 62 | 27 | 17 | 64 | 14 | 52 | 236 |
| 9. | Центрально-Черноземная область | 7 | 3 | 7 | 9 | 2 | 6 | 34 |
| 10. | Уральская область | 63 | 20 | 3 | 17 | 3 | 2 | 108 |
| 11. | Юго-Восточная область | 4 | 10 | 1 | 4 | — | 1 | 20 |
| 12. | Юго-Западная область | 10 | 7 | 2 | 10 | — | 3 | 32 |
| 13. | Южно-Горно-Промышленная область | 8 | 11 | — | 1 | 2 | — | 22 |
| | | 218 | 120 | 47 | 144 | 36 | 82 | 647 |

на долю всех остальных видов кооперации приходится около 18%. Эти станции чаще всего построены кооперацией совместно с промышленными предприятиями.

В группе «государственные учреждения и общественные организации» встречаются всевозможные совхозы и племхозы, профессиональные и с.-х. школы, профсоюзы, имеющие электрические станции при своих домах отдыха и т. п.

Электрические станции этой группы имеют по большей части карликовый характер и обслуживают, главным образом, свое учреждение или предприятие.

Электрические станции, принадлежащие сельсоветам, викам и рикам, имеют характер станций общественного пользования.

В огромном большинстве они достались этим учреждениям от прежних владельцев при национализации.

И, наконец, электрические станции, принадлежащие частным лицам, представляют весьма мелкие установки, главным образом, при мельницах оставленных в частных руках.

Состояние сельской электрификации, насколько оно обрисовано вышепроизведенными данными статистики, приводит нас к следующим выводам:

1) Сельская электрификация находится у нас еще в зачаточном состоянии.

Мы только что приступаем к разрешению этой труднейшей и в то же время весьма важной по своему политическому и экономическому значению задач.

В виду ее колоссальности и скудности наших сил и средств, здесь более чем где бы-то ни было, необходимы плановость и организованность.

2) В отличие от Западной Европы и Америки, сельская электрификация у нас осуществляется в подавляющем большинстве случаев не от районных станций, которых у нас еще весьма немного, а от станций мелких.

Принимая все меры к дальнейшему развитию сетей районных станций в сельских местностях, мы, в виду малочисленности районных станций и медленного их роста, должны принять все меры к удешевлению строительства сельских электрических станций и сетей и к облегчению условий их эксплоатации.

**Цена — 25 коп.**

**Для членов Съезда — скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.957. Тираж 1.700 экз. 1 1/16 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад профессора*
*П. А. Азбукина.*

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ 4—7 МАРТА 1927 ГОДА НАД ВЛИЯНИЕМ ЛИНИИ ВОЛХОВСКОЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ПРОВОДА СВЯЗИ, ИДУЩИЕ ВДОЛЬ МУРМАНСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ.

Программой опытов предусматривалось.

1) Исследование влияний короткого замыкания при пониженном напряжении на линии электропередачи для определения количественных величин индукции на провода слабого тока как на всем протяжении сближения линий, так и на отдельных участках его.

2) Исследование влияния заземления нейтралей на станции и на подстанции.

3) Исследования влияния ассиметрии напряжения на линии электропередачи.

4) Экранирующее действие заземленных проводов линии Электропередачи.

5) Проверялась достаточность мер защиты проводов связи при коротком замыкании на линии электропередачи под полным напряжениим ее и попутно время действия автоматических выключателей на станции.

### Общие данные о линии электропередачи и о проводах связи на участке сближения их между собою.

1) Линия передачи состоит (по данным Волховского Строительства) из двух цепей трехфазного тока с расстоянием между осями их 17,2 m. Длина линии 130,4 km. Длина параллелизма с проводами слабого тока 105 km Провода (сечениемв 120 $mm^2$ с диаметром в 14,1 mm, расположены в одной горизонтальной плоскости на расстоянии 4 m один от другого. Средняя высота подвеса проводов 7,4 m. Над проводами каждой цепи расположены

два заземленных тросса, состоящие каждый из 7 стальных трехмиллиметровых жил. Высота подвески тросов на 2,05 m больше высоты рабочих проводов.

Электрические свойства проводов линии передачи:

а) Омическое сопротивление одного провода $Z = 19{,}1\ \Omega$.

б) среднее реактивное сопротивление одного провода $X = 55{,}6\ \Omega$

Реактивное сопротивление среднего провода составляет 95,2% от реактивности крайних.

в) Средняя рабочая емкость фазного провода $C = 1{,}13\ \mu F$ что соответствует проводимости $G = 3{,}38 : 10^{-4}$ mho.

г) Частичная емкость проводов по отношению к земле: крайнего — 0,843 μF, среднего — 0,827 μF и крайнего, ближайшего к соседней цепи, 0,880 μF.

## Электрические свойства генераторов.

Мощность единицы 7 000 km при $\mathrm{Cos}\varphi = 0{,}8$

Нормальное рабочее напряжение 11 000 V.

Пределы регулировки 9 300 — 11 000 V при нагрузке и 8 800 V при заряде линии.

Ток короткого замыкания: 1) мгновенный — 6-ти кратный от нормального, 2) установившийся — полуторакратный от нормального.

Коэффициент полезного действия — 96,5% при полной нагрузке и $\mathrm{Cos}\varphi = 1$.

Соединение обмоток звездою с заземленною нейтралью.

Частота 50 периодов в секунду.

## Электрические свойства трансформаторов.

Продолжительная мощность группы 311 700 km.

Коэффициент трансформации 11 000/121 000 и 102 500/35 000.

Δ Y Y Δ

б) Провода связи.

Провода связи подвешены на трех параллельных столбовых линиях по другую сторону полотна железной дороги относительно линии электропередачи. Ближе к линии электропередачи расположены телеграфные провода Мурманской ж. д. и провода

НКПиТ. Телефонные цепи Мурманской ж. д. расположены на дальней третьей столбовой линии. Средняя линия занята проводами НКПиТ.

К марту месяцу переустройство линий связи, согласно проекту защиты их от влияния линии электропередачи, разработанного Волховским Строительством, было, в большей своей части, закончено. Расстояние между проводами сохранено нормальным. Среднее расстояние линии электропередачи от линий слабого тока равно 100 m.

## Меры защиты проводов слабого тока от влияния линии электропередачи, разработанные Волховским Строительством.

а) Предварительные подсчеты показали, что в отношении опасного электростатического влияния Волховская линия удовлетворяет временным правилам защиты проводов слабого тока. Электромагнитная же индукция при коротком замыкании на линии электропередачи создает на проводах слабого тока напряжение, достигающее при заземленной нейтрали на станции, 5 000 — 8 000 V.

Для защиты проводов связи от такого напряжения предположено было установить на них мощные разрядники, которые свободно выдерживали бы ту силу тока, какая могла бы получиться в проводах связи через разрядники во время коротких замыканий на линии Электропередачи. Подсчеты инж. А. А. Вульфа показали, что разрядники должны выдерживать мгновенный ток силою не менее 15 А и длительно 2,5 А. Такие разрядники должны быть включены в линию непосредственно без отделения их от провода плавкими предохранителями. Таким образом, линии слабого тока остаются всегда защищенными от перенапряжения в них. Кроме того, при таких условиях, как бы велико ни было короткое замыкание на линии электропередачи, телеграфная и телефонная связь тотчас же восстанавливается после прекращения короткого замыкания. Такие разрядники были сконструированы и изготовлены проф. Чернышевым.

Чтобы обезопасить служащих от возможного появления опасного напряжения на проводах слабого тока в то самое время, когда производится испытание их на контрольных столбах, на сем участке, находящемся под влиянием линии передачи, по

проекту защиты контрольные столбы уничтожены и вместо них устроены вводы всех проводов в станции с защитой их внутри помещения мощными разрядниками. Таким образом, вдоль всей линии каждый из проводов защищен разрядниками в одиннадцати пунктах.

Вторым, не менее важным фактором, защиты станций и линий от опасного напряжения является устройство для разрядников земляных соединений с весьма малым омическим сопротивлением. По проекту Волховского строительства для разрядников были устроены заземления по типу применяющихся на электрических станциях. Для сего вокруг здания на равных расстояниях друг от друга забиваются в землю 12 железных труб диаметром до 2 дюймов, длиною в 3 m каждая. К верхним концам этих труб, находящихся под поверхностью земли на глубине 0,5—0,6 m прикрепляется широкая оцинкованная железная полоса, длиною от 60 до 80 m. Сопротивление таких заземлений, устроенных в 11. указанных выше, контрольных пунктах, во всех случаях было не выше 3 Ω.

б) Меры, принятые Волховским Строительством против мешающих влияний линии электропередачи на провода слабого тока сводятся к следующему.

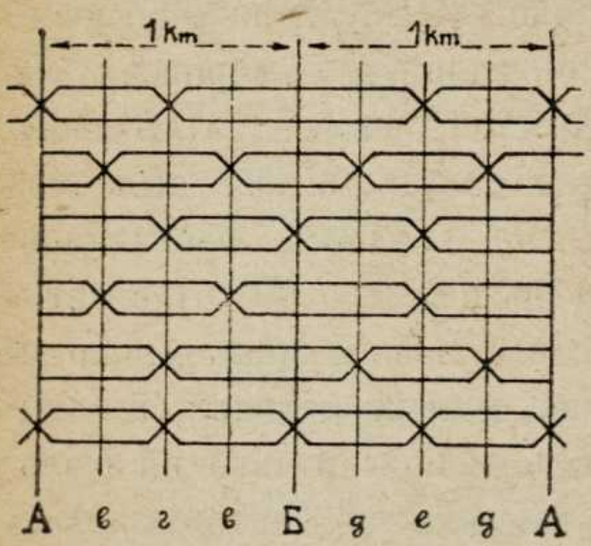


Рис. 1.

Для ослабления электромагнитной и электростатической индукции на однопроводные линии, произведена скрутка обеих цепей линии электропередачи, причем северная цепь, ближайшая к линиям слабого тока разбита скруткой на 27 шагов, длиною в среднем каждый около 5 km с пропуском скрутки между соседними циклами скрутки (т. е. через каждые 2 шага скрутки). Южная цепь разбита на 9 шагов длиною, в среднем около 15 km каждый без пропуска скрутки между соседними циклами.

Такая система скруток цепей линии передачи должна снизить мешающее действие на однопроводные цепи, согласно подсчетам Строительства, со 130 — 140 V до 6 — 7 V, которое на телеграф-

ную работу даже быстродействующих систем, отражаться не должно и поэтому телеграфные цепи на участке влияния линии электропередачи могут быть оставлены однопроводными. Цепи ж.-д. сигнализации на участке сближения сделаны двухпроводными. Для ослабления влияния на двухпроводные телефонные цепи, устроено скрещивание их по схеме, приведенной на рис. 1, с таким расчетом, чтобы каждый километр линии слабого тока был вполне уравновешен, как по отношению к земле, так и к линии электропередачи, т. е. чтобы каждому шагу транспозиции линии передачи соответствовало полное число циклов проводов связи.

## Исследование влияния линии Волховской электропередачи на провода линий связи.

Опыты над влиянием производились трижды. Первый раз 10 — 11 ноября 1926 г. когда линия электропередачи еще не работала. Второй раз при пробном пуске линии передачи под полное напряжение 22 — 23 ноября и третий раз 4 — 7 марта 1927 года в условиях нормальной работы одной цепи линии электропередачи.

Испытание на длительное замыкание одного из проводов линии электропередачи при пониженном напряжении, производившееся 10 — 11 ноября дало на каждый ампер в линии электропередачи, замыкающейся через землю, при индукции на всем сближении, (105 km) приблизительно 5 V в проводах слабого тока. При 44 A в линии электропередачи было получено на конце заземленного (с другой стороны) провода несколько выше 220 V. При этом токе в линии электропередачи вся телефонная, телеграфная и сигнализационная связь была нарушена. Однако недостаток в измерительных приборах не дал возможности получить тогда исчерпывающие результаты относительно влияния на провода связи неуравновешенного тока в линии электропередачи.

При последующих опытах повторения короткого замыкания на линии электропередачи при той же самой силе тока в 40 A получен был значительно меньший эффект на проводах связи; объяснение этого осталось не выясненным, так как состояние изоляции проводов во время опытов было весьма низкое, вследствие сырой погоды.

При повторении опытов с коротким 4—7 марта этого года были получены результаты опять значительно слабее, чем в первый раз и, примерно, одинаковые с результатами 22—23 ноября 1926 г.

Одновременное наблюдение А. А. Вульфа над влиянием цепей линии электропередачи друг на друга, установило вполне определенно значительное экранирующее действие против электромагнитной индукции заземления линии проводов электропередачи. Этим обстоятельством можно и объяснить большую разницу в явлениях на проводах связи 10—11 ноября, когда провода второй цепи линии электропередачи были изолированы,—по сравнению с последующими опытами, когда эта цепь была: в одном случае—заземлена непосредственно, а в другом—включена в работу через трансформаторы, нейтрали которых на станции и подстанции были заземлены.

Так как состояние проводов связи при первых опытах было неудовлетворительно, мы не будем касаться результатов этих наблюдений и перейдем к опытам, производившимся 4—7 марта текущего года.

К этому времени провода слабого тока были приведены в полную исправность, провода телефонных цепей были сварены, телеграфные провода были тоже частью сварены. При опытах, под наблюдение были взяты вполне исправные провода и электрические свойства их предварительно тщательно проверены.

С целью перестраховки правильности наблюдений в проводах, измерительные приборы были сосредоточены в трех пунктах: по концам и в середине участка подверженного влиянию линии электропередачи, т. е. в Званке, в Назии в и Саперной, при чем в Назии и в Званке были установлены осциллографы для одновременного наблюдения в середине и в начале испытуемого провода (считая за начало цепи пункт ближайший к электрической станции, т. е. Званку).

Наблюдения производились на следующих проводах:

№ 300 верхний на ближайшей к линии электропередачи столбовой линии связи.

№ 405 нижний на той же линии.

№ 815/816 двухпроводная телефонная цепь на дальней столбовой линии со скрещиванием проводов, устроенным согласно проекта Волховского Строительства по схеме, указанной на рис. 1 и

№ 487/2607 двухпроводная цепь, составленная из двух телеграфных проводов одинакового сечения, без скрещиваний на всем протяжении.

Электрические свойства этих цепей промерялись ежедневно в течение времени опытов при чем оказывались все время в очень хорошем состоянии как в отношении проводимости их, так и изоляции несмотря на то, что погода стояла сырая.

4-го марта велись наблюдения над влиянием нормальной работы Волховской линии электропередачи (одной ее цепи—северной) на провода слабого тока.

5-го марта, одновременно с нормальной работой северной цепи, по южной давалось длительное короткое замыкание одного из проводов ее на землю в Саперной, при пониженном напряжении на станции (2 200—2 300 V).

6-го марта наблюдалось влияние заземления нейтралей и изолирование их на станции и на подстанции и

в ночь на 7-е марта было сделано короткое замыкание по северной цепи в Саперной при напряжении на линии 100 000 V на станции были включены параллельно три генератора.

Наблюдения над влиянием иллюстрированы большим количеством осциллограмм (около 300 штук). Результаты этих наблюдений и наиболее характерные осциллограммы приведены ниже.

## Электрические свойства телеграфных и телефонных цепей во время опытов 4—7 марта.

Изоляция проводов в течение 4-го марта держалась очень высокой: на телефонной цепи 815/816—приблизительно 27 МΩ /на километр для каждого провода по отношению к земле, и 54 МΩ/ на километр—между проводами.

На цепи 487/2607—305 МΩ/ на километр по отношению к земле и 570 МΩ на километр между проводами.

В последующие дни изоляция упала, но все же была вполне удовлетворительна: на 815/816 цепи— от 8,9 до 6,5 МΩ на километр по отношению к земле и 16—13 МΩ на километр между проводами; на 487/2607—от 5 до 11 МΩ на километр по отношению к земле и 11—16 МΩ на километр между проводами.

Изоляция одиночных проводов: № 300—от 7 до 9,6 МΩ /на километр и 404—от 9,5 до 12 МΩ на километр. Проверялось также состояние телефонной цепи 810/811, по которой велись разговоры и наблюдались на слух шумы, обусловленные влиянием линии электропередачи.

Сопротивление телефонных цепей постоянному току во все время опытов менялось очень мало, причем ассиметрия при постоянном токе была меньше 0,2%. Среднее сопротивление каждого из проводов цепи 815/816 равнялось 605 Ω на всю длину; цепи 487/2607—629 Ω, сопротивление одиночных проводов № 300—650 Ω и № 405—1 017 Ω.

Ассиметрия телефонных цепей при переменном токе с частотой $\omega = 5\,000$ для цепи № 815/816—со скрещиванием проводов было получено меньше 0,5%; для цепи № 487/2607—без скрещивания проводов от 15 до 25%.

Ассиметрия телефонной цепи № 815/816 по отношению к линии электропередачи была тоже меньше 0,5%.

**4-го марта. Наблюдения над влиянием нормальной работы северной цепи линии электропередачи.**

В двухпроводной цепи № 815/816 напряжение индуктированных шумов не превосходит 0,5—0,25 mV.

Амплитуда индуктированного тока в однопроводной заземленной по концам цепи (в Званке и Саперной) провод № 300 не превосходит 4,5 mA—в Званке и 2,5 mA—в Саперной. Продольное индуктированное напряжение в проводе достигает 1,5 V (действующее напряжение). На кривой тока ярко выражена 3-я гармоника, которая составляет 17% от основной волны (рис. 2).

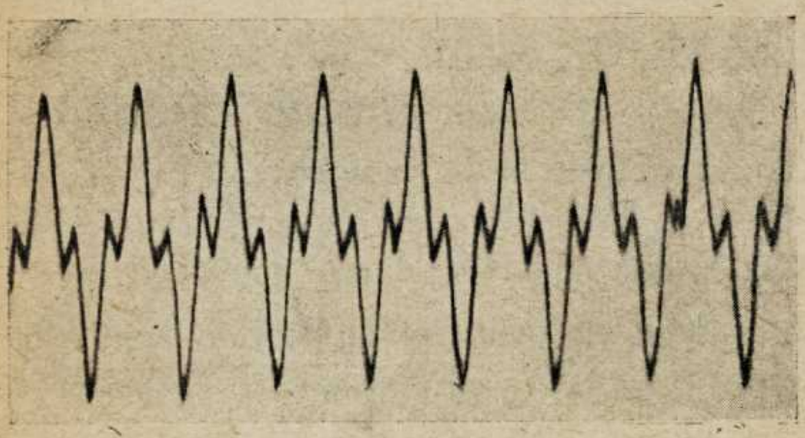


Рис. 2. Влияние нормальной работы Северной цепи при 18 000 kW.
Кривая тока в пр. № 30, за земленном по концам.

При изоляции провода в Саперной ток в Званке ослабевает за счет уменьшения основной волны. 3-я же гармоника увеличивается и на нее накладывается четная гармоника—6-я. Форма кривых тока при изолированном и заземленном противоположном конце провода получилась как в Саперной, так и в Званке одинаковая одинаковая для различных проводов.

Следовательно наличие четной гармоники нельзя считать случайностью, она была зарегистрирована осциллографами в течение дня по 4 раза на том и на другом конце линии (рис. 3).

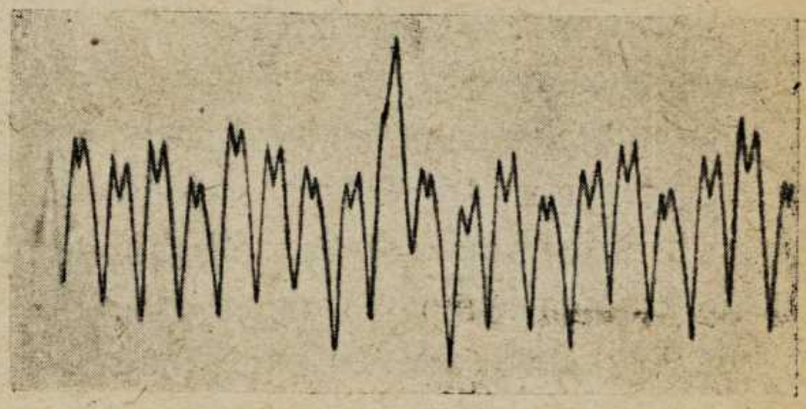


Рис. 3. Влияние нормальной работы Северной цепи при 18 000 kW.
Кривая тока в пр. № 300, изолированном на одном конце.

Мощность, передаваемая по линии в это время была в пределах от 18 до 20 kW, таким образом максимальная индукция линии передачи, при мощности в 80 kW, создаст продольное напряжение в проводах слабого тока, совпадающее с расчетной величиной Волховского строительства, 6—7 V на всю длину. Некоторое увеличение индукции происходит за счет наличия в линии 3-й гармоники, индукция которой почти не зависимо от нагрузки передачи (3-я гармоника в расчетах Строительства не учитывалась).

## 5 марта. Индукция при коротком замыкании одного фазного провода линии электропередачи на землю при пониженном напряжении.

Опыт с коротким замыканием производился параллельно с нормальной работой линии электропередачи: по северной цепи передавалась энергия в город при 110 000 V, по южной, заземленной в Саперной, давался ток от независимой установки на электрической станции при напряжении 2 200 V от одной ее фазы. Две другие фазы и соответственно два провода южной цепи были изолированы. Ток возвращался на станцию через землю и замыкался через заземленную нейтраль. На станции обе установки не были синхронизированы между собой и поэтому в некоторых случаях в индукции на проводах слабого тока наблюдались биения. Кроме того, заземление фазы на станции было произведено недостаточно надежно, благодаря чему к концу опыта ток в линии в значительной степени снизился: в начале опыта он равнялся 40 A, а

к концу упал до 15,5 А. При таких условиях не так отчетливо получились результаты наблюдений, ибо большинство отсчетов по приборам приходились в начале шкалы.

Измерения приходились в 3-х пунктах: в Званке, в Назии и в Саперной.

При измерении индуктированного напряжения по отношению к земле в проводе № 300, изолированном по концам, сперва наблюдалось медленное колебание напряжения в Званке и в Саперной, потом напряжение установилось 103 V в Званке и 70 V в Саперной (такое же явление наблюдал А. А. Вульф при своих опытах 6-го марта, измеряя напряжение, индуктированное в проводах одной цепи линии электропередачи, при токе короткото замыкания в другой цепи).

В средине провода, в Назии, вольтмер показал в этом случае около 100 V (точно отсчитать показания электростатического вольтметра было затруднительно, так как в Назии приборы располагались в вагоне лаборатории, сотрясение которого от работы машины не давали успокоиться колебаниям стрелки прибора) вместо ожидаемой величины близкой к нулю. Следовательно, распределение потенциала вдоль провода имело иной характер. Это подтвердилось при повторных измерениях 6-го марта.

При заземлении провода в Званке электростатический вольтметр в Саперной показал 180 V, т. е. приблизительно сумму показаний приборов по концам провода в первом случае.

Сила тока в середине провода, при изоляции по концам его (ток утечки) не оставался постоянным, а колебался; очевидно, накладывалось влияние северной линии и вызывало эти колебания. На кривой заметна 3-я гармоника, которая смещается по основной волне. В среднем сила тока равнялась 2,3 mA.

При заземлении провода на одном конце сила тока в середине возросла до 15 mA. При заземлении провода на обоих концах во всем проводе установилась примерно одна и та же сила тока в 220 — 235 mA. В этом случае 3-я гармоника совершенно стушевалась и на осциллограммах получилась чистая синусоида одной основной волны. Следовательно источником 3-й гармоники являлась цепь высокого напряжения (северная линия).

При измерениях индукции в нижнем проводе № 405, который испытывался по участкам, сила тока получилась приблизительно

одинаковая, если учесть сопротивление его и понижение тока в линии электропередачи. Таким образом оказалось, что на каждый ампер тока в линии электропередачи, замыкающейся через землю, в проводах связи индуктируется на всем протяжении 4,5 V вместо 5,5, как это наблюдалось в ноябре, когда северная линия была изолирована по концам.

Индукция на двухпроводную цепь 815/816 замкнутую накоротко получается очень слабой и ток в ней достигает 0,08 mA. При изоляции шлейфа на противоположном конце ток между проводами этой цепи (в Званке) несколько усиливается и достигает 0,1 mA, причем ясно выделяется на кривой 5-я гармоника.

В двухпроводной нескрещенной цепи, при замыкании ее накоротко, ток достигает 0,75 mA, который при изоляции шлейфа падает до 0,5 mA.

Сравнивая осциллограммы между собой для скрещенной и нескрещенной цепи видно, что в первой сила тока получается приблизительно только в десять раз слабее. Причиной этому может служить экранирующее действие соседних заземленных проводов для нескрещенной цепи, которых нет у скрещенной, так как там все провода изолированы от земли.

**6. марта. Исследование влияния заземления нейтрали в трансформаторах и ассиметрии напряжения на линии.**

1) Напряжение 100 000 V было подано по северной цепи. Амплитуда 3-й гармоники в проводе № 300, заземленном по концам получилась равной 1,5 mA, т. е. втрое больше чем при включенном трансформаторе. Амплитуда основной гармоники получилась приблизительно такая же, как в п. 1 б. Интерференция с волной индукции «Красного Октября» получалась полная.

3) Исследование экранирующего действия друг на друга цепей линии электропередачи.

а) Обе цепи линии электропередачи включены параллельно и изолированы на понизительной подстанции. На станции нейтраль заземлена.

Амплитуда 3-й гармоники возросла до 5,5 mA.

б) Южная цепь под напряжением, северная изолирована по концам. Нейтраль на станции заземлена.

В проводе № 300, заземленном по концам, основная волна возросла до 1,4 mA (амплитуда) и 3-я гармоника до 0,85 mA, т. е. основная волна получилась значительно большей, чем при включении по той же схеме северной линии (п. 1 б), 3-я же гармоника хотя и увеличилась, но сравнительно немного.

в) При заземлении северной цепи (южная включена как в п. 3 б) значительно снизилась 3-я гармоника, приблизительно до 0,4 mA; основная же волна осталась без изменения. Таким образом, южная линия, как имеющая меньшее число скрещиваний по сравнению с северной, дает большую амплитуду основной волны.

### 4) Ассиметрия напряжения на линии.

По одному из фазных проводов северной цепи было подано напряжение от установки 110 000 V. Остальные провода северной и южной цепей изолированы с обеих сторон. Нейтраль на станции заземлена.

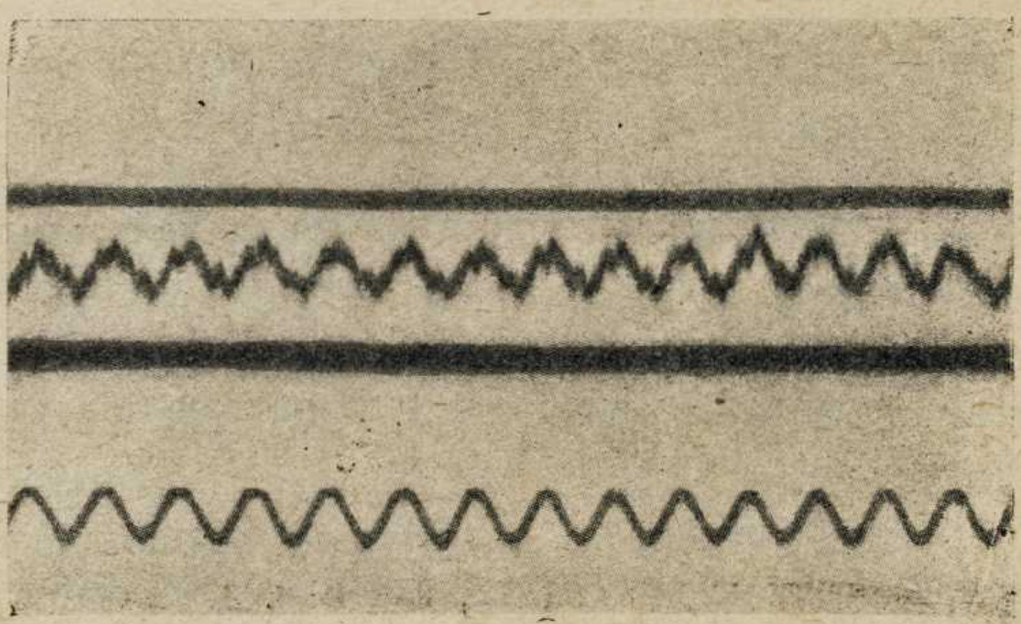


Рис. 4. Обе нейтрали изолированы.

Индукция на проводах слабого тока получилась, главным образом, за счет электромагнитной индукции. Обнаружить влияни электростатической индукции по наблюденным величинам тока и напряжения невозможно.

При изоляции провода № 300 по концам, ток утечки, измеренный в Назии с помощью осциллографа, достигал $I_e = 0{,}3$ mA при сильно выраженной 3-й гармонике. При заземлении одного

конца провода (в Званке) сила тока в Назии возросла до 5,5 mA; ток в Званке получился равным 11,5 mA. Очертания кривых тока в Званке и в Назии одинаковы. При заземлении провода по концам в Званке и в Саперной, ток в Званке достиг 90 mA; в Назии 95 mA и в Саперной 85 mA. Напряжение в Званке при заземлении в Саперной равнялось 70 V.

Индукция на проводах связи, расположенных различно по отношению к земле, получилась приблизительно одна и та же; более высокая сила тока и напряжение получены в проводе, расположенном среди изолированных от земли других проводов (на дальней линии от линии электропередачи).

На двухпроводной цепи со скрещиванием проводов более сильная индукция получилась на участке Званка — Назия: сила тока на этом участке ровно вдвое больше, чем во всей цепи Званка —

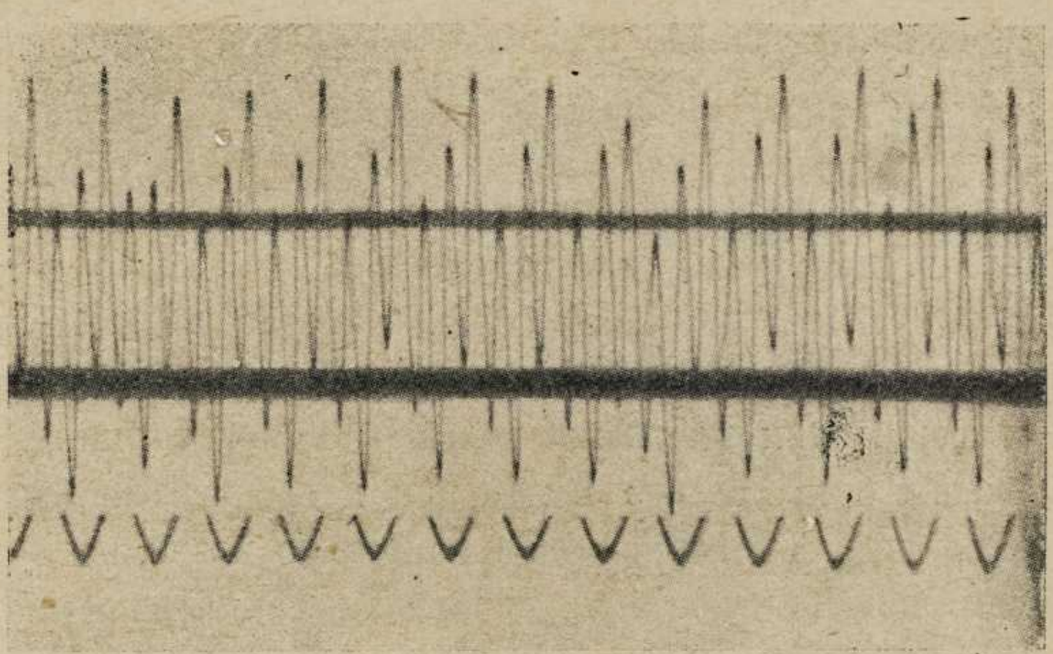


Рис. 5. Обе нейтрали заземлены.

Саперная $I_{max} = 0{,}8$ mA при сильно выраженной 3-й гармонике с амплитудой 0,4 mA.

Южная цепь изолирована. Наблюдения велись на проводе № 300. На двухпроводных цепях оценивались на слух шумы и щелчки при включении и выключении линии передачи. В цепи № 815/816 были включены по концам кенатронные вольтметры для измерения силы щелчков при включениях и выключениях линии электропередачи. Однако щелчки были настолько слабы, что вольтметры ни разу не сработали.

а) При заземленной наглухо нейтрали на станции, заземлении нейтрали через большую реактивную катушку на понижающей подстанции в одиночном проводе № 300, заземленном по концам, появляется сильная 3-я гармоника, превосходящая основную волну: амплитуда 3-й гармоники 0,45 mA, амплитуда основной 0,4 mA. Основная волна периодически меняется по величине, доходя до нуля, вследствие накладывания на индукцию линии передачи еще постороннего влияния. Можно предположить, что в данном случае влиял небольшой уравнительный ток от ст. «Красный Октябрь», циркулировавший в земляных троссах (силою приблизительно в 0,25 A между понизительной и повысительной подстанциями.

б) При изоляции нейтрали на понизительной подстанции, влияние 3-й гармоники немного усилилось, амплитуда ее увеличилась до 0,55 mA. Влияние основной гармоники не изменилось заметно.

в) При изоляции обеих нейтралей, индукция 3-й гармоники почти совершенно пропала, амплитуда основной волны снизилась до 0,09 mA которая интерферируя с индукцией «Красного Октября» периодически доходила до нуля и оставались лишь гармоники 5-я и болеее высоких порядков с весьма малой амплитудой. Таким образом, при изолированных нейтралях снижается в одинаковой пропорции, как влияние основной волны с линии электропередачи, так и основной волны индукции «Красного Октября».

г) При заземлении нейтрали только на подстанции влияние основной волны осталось без изменения и весьма слабым, между тем как амплитуда 3-й гармоники значительно возросла, оставаясь все же много меньше чем при заземленной нейтрали на повысительной подстанции (0,22 mA против 0,55 mA). Кроме того появилась небольшая 9-я гармоника.

д) При глухом заземлении обоих нейтралей, появилась сильная 3-я гармоника с амплитудой 3 mA; одновременно появилась и основная волна с амплитудой 1,7 mA, которая при биениях, обусловленных индукцией «Красного Октября», доходила до нуля.

### 2) Исследования влияния отключения трансформатора понизительной подстанции.

По северной цепи было подано напряжение 100 000 V при заземленной нейтрали на станции. На подстанции трансформатор выключен и провода изолированы.

## 7-го марта. Короткое замыканне на линии электропередачи при напряжении 100000 V.

На Южной линии в Саперной было устроено замыкание одного фазного провода на землю при включенных на станции параллельно трех генераторах. На понизительной подстанции эта линия была изолирована,

Все провода слабого тока были защищены разрядниками.

В провод № 300, заземленный в Саперной и Пупышеве, был включен осциллограф на станции Назия. Другой осциллограф был включен на Званке в тот же провод, заземленный в Званке и Пупышеве.

Записать короткое замыкание удалось только в Назии. В Званке был отмечен только самый конец короткого замыкания.

Судя по всем предыдущим наблюдениям, осциллограф в Назии должен был дать запись вполне соответствующую действительности, так как при всех опытах с проводом, заземленным по концам, повышение напряжения в нем в остальных промежуточных пунктах, при коротких замыканиях на линии, не наблюдалось, поэтому и в данном случае надо считать, что ни один из разрядников на этом проводе не работал, а следовательно запись соответствует явлению, происходившему в линии электропередачи.

Осциллограмма показала, что продолжительность короткого замыкания на линии равнялась одной секунде. Ток в линии в момент короткого замыкания увеличивался постепенно в продолжение трех периодов, после чего оставался неизменным в течение 0,85 секунды с ярко выраженной 3-й гармоникой. Потом произошел небольшой скачок амплитуды, после чего в течение 0,15 секунды шла чистая основная синусоида. Выключение произошло тоже без повышения напряжения.

Сила индуктированного тока в проводе № 300 равнялась 1,3 ампера, что соответствует, примерно, 250 А в линии электропередачи.

На станции Званка все разрядники сработали. В телефонах получился сильный аккустический удар. С прекращением короткого замыкания, работа проводов связи тотчас же восстановилась.

**Цена—20 коп.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография „Коминтерн" Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 38.772 Тираж 1.700 экз. 1 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инженера*
*В. И. Полонского.*

## ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЕ СУДОВ И ВЫГОДЫ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО ДЛЯ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА.

В начале девятисотых годов, когда бельгийский инженер Дель-Пропосто указал на возможность улучшении маневренных качеств тогдашних дизельных гребных установок при помощи электрифицирования их, Россия одна из первых применила на практике дизель-электрические установки и построила ряд дизель-электроходов речного и морского типа. Теперь, когда электродвижение судов вышло уже из стадии опытов на широкую дорогу промышленного применения, когда одной лишь американской фирмой General Electric C°, не считая других фирм (Westinghouse, British Thomson Houston, Svenska Turbinen Aktiebolaget Ljungström и др.) оборудован гребными электрическими установками значительный флот, мощностью на гребных валах свыше 600 000 л. с., т.-е. равный по мощности всему речному флоту СССР [1]), картина сильно изменилась — мы не только, в этом отношении, не впереди всех, но не располагаем еще ни одним электроходом новых систем и имеем возможность судить о достоинствах и недостатках электродвижения судов чисто отвлеченно и теоретически, исключительно лишь по литературным данным. Наблюдая по этим данным, что число электроходов за границей неуклонно с каждым годом уве-

---

[1]) Мощность главных механизмов речного флота всех госпароходств СССР составляла:

| | | |
|---|---|---|
| на 1 апреля 1923 г. . . . . | 688 900 | л. с. |
| » 1 января 1924 г. . . . . | 673 231 | » |
| » 1 » 1925 г. . . . . | 639 984 | » |

(см. «Водный Транспорт 1926 г. № 2, стр. 57).

Мощность главных механизмов всего морского торгового флота СССР по данным Регистра СССР составляла на 1 января 1913 г. 467 847л. с. и на 1 января 1925 г. около 316 000 л. с.

личивается и что электродвижение постепенно захватывает все новые и новые типы судов самого разнообразного назначения, при чем наблюдаются нередко случаи заказа одними и теми же пароходными компаниями по 4, по 8 и даже по 12 однотипных электроходов [1]), приходится заключить, что гребные электрические установки приобрели, наконец, прочную базу для своего развития и начали получать широкое признание. Имея в виду громадное значение речного и морского транспорта для Союза ССР и считая. что при начавшемся возрождении русского торгового флота гребные электрические установки могли бы в известных случаях принести несомненные выгоды, мы полагаем полезным сделать беглый обзор характерных особенностей этого нового вида судодвижения с указанием достигнутых успехов за границей, а затем попытаемся хотя бы грубо наметить те выгоды, которые можно было бы получить от электрификации нашего речного и морского транспорта.

Имея в виду электродвижение судов лишь коммерческого флота, мы будем касаться в дальнейшем только установок с полной электрификацией гребных винтов, как преимущественно применяющихся для этой цели [2]). Характерными особенностями этих установок являются:

1. Несвязанность первичных главных двигателей, вращающих главные генераторы, с гребным валом, благодаря чему маневрирование судна не требует изменения скорости вращения генераторных аггрегатов.

2. Распределительное устройство оборудуется обычно таким образом, чтобы с уменьшением хода и нагрузки число генераторных аггрегатов могло бы соответственно уменьшаться, при том же числе работающих гребных валов, для улучшения степени загрузки главных аггрегатов и их коэффициента полезного действия, а также для увеличения надежности действия установки при случайном выходе из строя какого-либо первичного двигателя или главного генератора.

---

[1]) Технико-Экономический Вестник, 1922 г. № 2.

[2]) Классификация гребных электрических установок имеется в статье автора «Гребные Электрические Приводы» см. Техника и Экономика Путей Сообщения 1921 г. № 12—16.

3. Отсутствие, в случае турбоэлектрических установок, в необходимости иметь турбины заднего хода.

4. Возможность безопасного применения при турбоэлектрических установках более высоких перегревов пара, в виду отсутствия опасности «теплового удара» в турбинах заднего хода из за наблюдающегося в турбинных и турбозубчатых установках дальнейшего перегрева пара при реверсе.

5. Возможность применения, в случае дизель-электрических передач, быстроходных дизелей не-реверсивного типа в большем количестве и, следовательно, с меньшими размерами цилиндров и удельным весом на единицу мощности.

6. Возможность пуска в ход главных дизельных аггрегатов электрическим путем, используя генераторы этих аггрегатов и возбудители к ним, благодаря чему отпадает необходимость в батарее пусковых резервуаров со сжатым воздухом.

Из этих основных свойств гребных электрических установок и из общих свойств входящих в нее отдельных элементов вытекают следующие достоинства турбоэлектрических установок по сравнению с наиболее распространенными до сих пор установками с паровыми машинами.

1. Значительная экономия в расходе топлива (до 30—40% и более).

2. Значительная экономия в весе (до 80%).

3. Экономия в помещении (до 30%).

4. Высокие маневренные качества (реверс в 2 — 3 раза быстрее).

5. Надежность действия установок, благодаря значительному, обычно, резерву.

6. Простота манипуляций при управлении установкой, сводящихся, если желательно, к поворачиванию одного или двух штурвалов, которые могут находиться, напр., на капитанском мостике.

7. Удобство контроля работы установки и частей ее с любою точностью.

Такие же точно достоинства присущи и дизель-электрическим гребным установкам, с тою лишь разницей, что, в отношении веса и расхода топлива, величина экономии, получающейся при малых и средних по мощности установках (примерно до 4 000—5 000 л. с.),

оказывается еще более значительной, чем при турбоэлектрических гребных приводах.

При выборе гребных установок обращают больше всего внимания, после надежности, на вес установки, на расход ею топлива и на величину связанных с нею годовых эксплоатационных расходов. Сравнительные цифровые данные, встречающиеся в литературе и характеризующие относительные качества гребных электрических установок с этих сторон, довольно разнообразны. Так напр. M. F. Boehm характеризует расход топлива в гребных установках различного типа следующими средними значениями [1]):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Паровые машины . . . . . | 650 g. | на | 1 | л. с.—час. |
| Турбины непосредственного соединения . | 540 » | » | 1 | » | » |
| Турбоэлектрические приводы . . . . . | 360 » | » | 1 | » | » |
| Турбозубчатые приводы . . . . . | 355 » | » | 1 | « | » |
| Дизель-электрические приводы . . . . | 250 » | » | 1 | » | » |

W. E. Thau [2]), сравнивая турбозубчатые установки в отношении расхода топлива и веса с установками других систем, дает несколько иные соотношения:

| | Относительный расход горючего. | Относительный вес установки. |
|---|---|---|
| Турбины с зубчатым приводом . . . | 1 | 1 |
| Турбоэлектрический привод . . . . . | 1,06 | 1,05—1,10 |
| Дизельные установки с непосредственным соединением . . . . . | 0,49 | 1,1—1,2 |
| Дизель-электрические установки . . . | 0,57 | 0,75 |

Другие авторы, как например, W. L. R. Emmet, E. Berg и др. считают, что при установках свыше 1 500 л. с. турбоэлектрические приводы весят и расходуют топлива не более, а наоборот, менее турбозубчатых установок.

В отношении эксплоатационных расходов и коммерческой выгодности применения установки того или иного типа обобщенные литературные данные довольно скудны. F. Dornan приводит следующие соотношения годовой прибыли для судна грузоподъемностью в 1 000 t при паровых установках различных систем [3]):

---

[1]) Électricité et Mécanique 1925 г. № 5.

[2]) J. A. I. E. E., 1921 стр. 1, 629.

[3]) Mar. Eng. & Nav. Arch. 1916 p. 222.

| | | Чистая годовая прибыль в %%. | Относительная выгодность установки. |
|---|---|---|---|
| Паровые машины . . . | Насыщен. пар. | 7% | 46,5 |
| Турбины с непосредствен. соединением . . . . . | | 0,5% | 3,3 |
| Паровые машины . . | Перегретый пар | 9% | 60 |
| Турбины с непосредств. соединением . . . . . | | 10% | 66,5 |
| Паровые турбины с гидравлическим приводом | | 12¼% | 81,6 |
| Паровые турбины с зубчатым приводом . . . | | 11¾% | 78 |
| Паровые турбины с электрическим приводом . | | 15% | 100 |

Для судна с такой же грузоподъемностью в 10 000 t, но при дизельных и паровых установках ежегодник Брассея [1]) дает такие соотношения:

| | Относительная выгодность эксплоатации |
|---|---|
| Дизель-электрический привод | 100% |
| Дизеля с непосредственным соединением | 100% |
| Паровые машины с угольн. отопл. и перегревом | 56% |
| Паровые машины с нефт. отоплением и перегревом | 45% |
| Паровые турбины с зубчатым приводом | 55% |

Эта пестрота в цифрах объясняется, конечно, тем, что они относятся к различного типа судам и к различным условиям работы. Для того, чтобы получить более конкретное и ясное представление о тех возможностях, которые может дать электропередача на винты для судов определенного типа и класса, приведем ниже краткий обзор исполненных электроходов, с подразделением их по характеру службы и указанием основных их достоинств.

## I. Грузовые электроходы.

В качестве примеров построенных грузовых электроходов можно привести следующий список:

---

[1]) Brassey's Nav. & Shipp. Annual 1921/22, p. 443.

| Год постройки | Название судна | Скорост судна в узл. | Мощность на гребн. валах в л. с. | Род установки |
|---|---|---|---|---|
| 1916 | Mjolner | 11 | 900 | Т.Э.[2]) |
| 1920 | Eclipse | 11 | 3 000 | Т Э |
| 1921 | Invincible | 11 | 3 000 | Т Э |
| 1921 | Archer | 11 | 3 000 | Т Э |
| 1921 | Victorious | 11 | 3 000 | Т Э |
| 1922 | Fordonian | 9 | 850 | Д Э |
| 1923 | Standard Service | 9 | 600 | Д Э |
| 1923 | Alaskan Standard | 9 | 600 | Д Э |
| 1923 | Twin Ports | 10 | 500 | Д Э |
| 1923 | Twin Cities | 10 | 500 | Д Э |
| 1924 | Briliant | 10 | 360 | Д Э |
| 1925 | T. W. Robinson | 13,8 | 3 000 | Т Э |
| 1924 | J. W. Van Dyke | — | 2 300 | Д Э |
| 1924 | J. H. Senior | — | 455 | Д Э |
| 1925 | General | — | 355 | Д Э |
| 1926 | Steel Electrician | — | 750 | Д Э |

Для иллюстрации соотношения весов установок, расходов топлива и эксплоатационных расходов, приводим нижеследующие таблицы 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Таблица 1-ая содержит результаты испытаний двух однотипных судов одновременной постройки: Шведского пароходного О-ва Svea именно Mimer'a, оборудованного поршневыми машинами тройного расширения и Mjolner'a с турбоэлектрической установкой:

---

[2]) Сокращенные обозначения: Т. Э.—турбоэлектрические установки Д.Э.—Дизель-электрические установки.

ТАБЛИЦА 1 [1]).

| | Mimer с машинами тройного расширения | Mjolner с турбоэлектрической гребной установкой |
|---|---|---|
| Водоизмещение. Тонны | 1 698 | 1 648 |
| Длина | 225′0″ | 225′0″ |
| Ширина | 36′1″ | 36′0″ |
| Углубление | 11′9″ | 11′5½″ |
| Скорость в узлах, ок. | 11 | 11 |
| Мощность на гребных валах в л. с. | 730 | 843 |
| Расход угля в час общий. фунт. | 1 313 | 873 |
| „ „ „ на 1 л. с. фунт. | 1,798 | 1,036 |
| Теплотворная способность | 13,498 BTU | 13,485 BTU |
| Экономия в расходе топлива | — | 42% |

Таблица 2-ая содержит разультаты эксплоатации этих же двух судов в условиях нормальной их службы, на основании записей судовых журналов.

ТАБЛИЦА 2.

| | Mimer с паровыми машинами тройного расширения | Mjolner с турбоэлектрической установкой |
|---|---|---|
| Сумма сделанных пробегов в милях | 4 450 | 6 387 |
| Общий расход угля в тоннах. | 361 | 319,8 |
| Расход угля на 1 милю в килограммах | 81,6 | 50,14 |
| Экономия угля | — | 38,2% |

[1]) В таблице 1 и в последующих таблицах оставлены, в целях сохранения большей документальности данных, оригинальные значения приводимых авторами цифр и мер, а также данные подсчетов, базирующиеся на цитируемых данных.

Таблица 3-я содержит результаты подсчетов, произведенных D. и R. Dickie [1]) для грузового судна с установками мощностью в 1 500 — 2 000 л. с.

ТАБЛИЦА 3.

| | Паровые машины тройного расширения. Котлы на угле | Паровые машины тройного расширения. Котлы на нефти | Дизельная установка с непосредственным соединением | Дизель-электрическая установка |
|---|---|---|---|---|
| | Одновитн. | Двухвинт. | Двухвинт. | Одновинт. |
| Длина судна, фут. . . | 297 | 297 | 297 | 297 |
| Ширина, фут. . . . . | 44 | 44 | 44 | 44 |
| Скорость хода в узл. . | 9,87 | 9,87 | 9,58 | 9,58 |
| Мощность на гребн. валах л. с. . . . . | 1 500 | 1 500 | 1 948 | 1 948 |
| Расход топлива в фунт. на 1 л. с.-час . . . | 1,5 | 1,2 | 0,4 | 0,4 |
| Вознагражден. команде в год в долл. . . . . | 52 800 | 49 560 | 47 100 | 46 320 |
| Стоимость топлива в год в долл. . . . . | 95 134,55 | 69 215,30 | 27 912,40 | 27 912,40 |
| Относительная выгодность эксплоатации . . | 52,8 | 68,8 | 96,5 | 100 |
| Относительный вес установки . . . . . | 160 | 155 | 160 | 100 |

S. M. Robinson [2]) приводит сравнительные данные весов и экономической выгодности двух гребных установок — дизель-электрической и паровой, с машинами тройного расширения, мощностью в 1 400 л. с., близко совпадающие с результатами подсчетов D. и R. Dickie. Данные эти помещены в таблице 4.

---

[1]) Diesel Electric Tanker. Pac. Mar. Rev 1921, I. Advantages of the Diesel Electric Drive. Pac. Mar. Rev. 1920 X.

[2]) S. M. Robinson, Electric Ship Propulsion, 1922 p. 267.

ТАБЛИЦА 4

| | Дизель-электрическая установка | Установка с паровыми машинами тройного расширения |
|---|---|---|
| Мощность в л. с. | 1 400 | 1 400 |
| Вес установки, тонны | 220 | 300 |
| Расход нефти на 1 л. с.-час в фунт. | 0,45 | 1,25 |
| Расход нефти в сутки во время хода, в баррелях | 45,6 | 129,6 |
| Т о ж е, в порту | 8 | 26 |
| Расход смазочного масла в сутки во время хода, галл. | 40,3 | 7 |
| Т о ж е, в порту | 8,4 | 3 |
| Стоимость нефти, барр. | 1,85 долл. | 1,60 долл. |
| Общая продолжительность рейсов в год | 270 дней | 270 дней |
| Общее число дней стоянки в порту | 95 | 95 |
| Расход пресной воды тонн в сутки | — | 3,75 |
| Стоимость воды за тонну | 1 долл. | 1 долл. |
| Грузоподъемность, тонн | 3 400 | 3 000 |
| Объем грузовых помещений в куб. фут. | 155 832 | 116 000 |
| Т о ж е, но в тоннах | 3 900 | 2 900 |
| Годовой расход нефти, барр. | 13 504 | 37 462 |
| Годовой расход пресной воды—тонн | — | 1 125 |
| Годовая стоимость нефти, масла и воды | 28 321,40 долл. | 62 004,12 долл. |
| Доход от перевозки грузов, считая 50 долларов за тонну в год | 170 700 „ | 150 000 „ |
| Тоже, включая экономию на топливе и смазке | 203 682,72 „ | 150 000 „ |
| Относительная выгодность эксплоатации | 100 | 72 |
| Относительный вес установки | 100 | 143 |

Таблица 5 содержит сравнительные данные выгодности эксплоатации для судна с большей грузоподъемностью и мощностью на гребных валах в 2500 л. с. [1])

[1]) Brassey's Nav. & Shipp. Annual, 1921/22 p. 443.

ТАБЛИЦА 5.

| Типы Установок | Дизеля | | Паровые машины | | Паровые турбины |
|---|---|---|---|---|---|
| | с непосредственн. соединением | с электроприводом | Тройного расширения. Перегрев 50° F. Форсированная тяга | | Зубчатый привод. Перегрев 150°F Нефтяное отопление |
| | | | Угольное отопл. | Нефтяное отоплен. | |
| Общая грузоподъемность тонн . . . . . | 10 050 | 10 050 | 10 230 | 10 235 | 10 235 |
| Полезная грузоподъемность . . . . . | 9 357 | 9 500 | 7 880 | 8 555 | 8 743 |
| Мощность, л. с. . . . | 2 500 | 2 500 | 2 800 | 2 800 | 2 500 |
| Радиус плавания в милях. | 10 500 | 10 500 | 10 500 | 10 500 | 10 500 |
| Расход топлива (включая вспомог. механизмы) на л. с.-час в фунт. . . . | 0,45 | 0,50 | 2,0 | 1,4 | 1.1 |
| Расход топлива в день тонн. | 12,1 | 13,3 | 53,5 | 37.5 | 29,5 |
| Тоже за весь пробег (16 дней) в тоннах . . . . | 194 | 217 | 856 | 600 | 472 |
| Стоимость провианта в мес. фунтах стерл. . . . | 201—5 | 201—5 | 246 - 10 | 208—10 | 208—10 |
| Жалование фунт. стерл. . | 505— | 505— | 586— | 510— | 510— |
| Стоимость топл. за поездку, считая за тонну ф. ст. . | 873— 4—10— | 980 4—10 | 1 498— 1—15 | 2 250 — 3—15 | 1 770— 3—15 |
| Стоимость топл. в мес. ф. ст. | 1 310— | 1 417— | 2 247 — | 3 375 — | 2 650— |
| Стоимость голового пробега (288 дней) фунт. стерл. . | 24 195— | 24 302— | 36 854— | 49 122 — | 40 422— |
| Колич. грузов перевезенн. за год (считая 9 рейсов по 32 дня кажд.) в тоннах. | 168 426 | 173 200— | 141 840 — | 153 990 — | 157 274 — |
| Стоимость тонны фрахта за 16-дневн. поездку . | 2s. 10d. | 2s. 10d. | 5s. 2d. | 6s. 5d. | 5s. 1d. |
| Стоимость тонны-мили . . | 0 0085 d. | 0,0085d. | 0,0151d. | 0,0189d. | 0,0152d. |
| Относительная выгодность эксплоатации . . . . | 100 | 100 | 56 | 45 | 55 |

В отношении возможных экономий в расходе топлива при переходе с дизельной установки непосредственного соединения на

ТАБЛИЦА

| Водоизмещение t | 2 000 | 4 000 | 6 000 | 8 000 | 10 000 | 12 000 | 14 000 | 16 000 | 18 000 | 20 000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Макс. диам. винта в футах. | 10,7 | 13,4 | 15,5 | 17,0 | 18,2 | 19,4 | 20,4 | 21,4 | 22,2 | 23,0 |
| Скорость, узл. . . | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Мощность, л. с. . | 440 | 645 | 810 | 955 | 1 070 | 1 200 | 1 315 | 1 410 | 1 510 | 1 580 |
| Число оборотов винта в мин. $n_1$ . . | 116 | 91 | 70 | 64 | 59 | 55 | 53 | 50 | 48 | 46 |
| Число оборотов дизел. $n_2$ . . . . | 195 | 160 | 143 | 132 | 125 | 118 | 112 | 109 | 105 | 103 |
| Макс. к. п. д. винта $\eta_1$ при $n_1$ . | 0,593 | 0,603 | 0,607 | 0,61 | 0,612 | 0,613 | 0,615 | 0,616 | 0,617 | 0,619 |
| Макс. к. п. д. $\eta_2$ винта при $n_2$ . . | 0,507 | 0,507 | 0,507 | 0,507 | 0,507 | 0,507 | 0,507 | 0,507 | 0,507 | 0,507 |
| Отношение $\kappa = \tilde{\eta}_1 : \eta_2$ . . . . | 1,17 | 1,19 | 1,20 | 1,20 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,22 | 1,22 |

дизель-электрическую у грузовых судов, интересны результаты подсчетов, произведенные проф. В. Л. Поздюниным [1]), в выдержках приведенные в таблице 6. Принимая общие потери в электрической части установок в 12—15%, можно заключить, что дизель-электроходы для всех водоизмещений в пределах от 2 000 до 20 000 t будут для скоростей, напр., в 9 узлов, выгоднее, в смысле расхода топлива, чем теплоходы с дизелями непосредственного соединения:

## II. Товаро-пассажирские и пассажирские электроходы.

Примеры исполненых электроходов товаро-пассажирского и пассажирского типа.

| Год постройки | Название | Скорость хода в узл. | Мощность на гребн. валах в л. с. | Тип установки [2]) |
|---|---|---|---|---|
| 1918 | Wulsty Castle . . . . . | 10 | 1500 | Т Э |
| 1920 | Cuba . . . . . | 17 | 3000 | Т Э |
| 1921 | San Benito . . . . . | 12,5 | 3000 | Т Э |
| 1924 | La Playa . . . . . | 12,5 | 2500 | Д Э |
| 1924 | La Marea . . . . . | 12,5 | 2500 | Д Э |
| 1926 | No Name. . . . . | 18 | 17.000 | Т Э |

Для иллюстрации соотношений в весе и расходах топлива при различного рода установках, а также общей экономической выгодности применения этих установок на больших товаро-пассажирских судах, приводим таблицу 7, относящуюся к товаро-пассажирскому судну, грузоподъемностью в 10 000 t. и скоростью хода в 19¼ узлов по данным J. Dornan'a [2])

---

[1]) „Торговый флот" 1824 г. стр. 33.

[2]) Сокращенные обозначения: ТЭ-турбэлектрические установки; ДЭ-дизель электрические установки.

[3]) Mar Eng. & Nav Arch 1916, p. 222.

ТАБЛИЦА 7

| Система гребных установок. | Паровые машины четверного расшир. A | Турбины Парсонса с непосредств. соединен. B | Паровые машины четверного расшир. C | Турбины Парсонса с непосредст. соединен. D | Паровые турбины с гидравлическ. приводом E | Паровые турбины с зубчатым приводом F | Паровые турбины с электрич. приводом G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Характеристика пара | Насыщенный пар | | Перегретый пар | | | | |
| Число винтов . . | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| Число оборотов винта . . . . . | 85 | 290 | 85 | 290 | 200 | 160 | 85 |
| Пропульсивный коэфф. . . . . | 0,528 | 0,51 | 0,528 | 0,51 | 0,537 | 0,536 | 0,571 |
| Мощность на гребн. валах л.с. | 20 000 | 21 800 | 20 000 | 21 800 | 21 300 | 21 350 | 20 000 |
| Рабочее давлен. пара, фунт . . | 210 | 200 | 210 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Перегрев. в град Ф | 0 | 0 | 200 | 100 | 200 | 100 | 260 |
| Вакуум в дюйм. . | 27 | 28 | 27 | 28 | 28½ | 28½ | 28½ |
| Общий часовой расход пара фунт на главн. и всп. механ. . | 318 000 | 302 000 | 261 000 | 276 000 | 246 000 | 255 000 | 196 240 |
| Расход угля в час фунт . . . . | 31 800 | 30 200 | 27 200 | 28 200 | 25 700 | 26 000 | 20 650 |
| Расстоян. в морск. мил. на 1 t угля | 1,355 | 1,426 | 1,585 | 1,530 | 1,68 | 1,67 | 2,09 |
| Экономия угля в % по сравнению с A . . . | — | 5 | 14,5 | 11,5 | 19 | 18 | 35 |
| Вес главн. механизмов и котлов в тн. . . . . | 3 675 | 2 965 | 3 610 | 2 900 | 2 445 | 2 605 | 2 310 |
| Вес установки и 8 дневного запаса угля, тонны в абс. цифрах . | 6 403 | 5 557 | 5 946 | 5 316 | 4 653 | 4 837 | 4 086 |
| Тоже в отн. цифрах . . . . . | 157 | 136 | 145 | 130 | 114 | 118 | 100 |

ТАБЛИЦА 7

| Система гребных установок. | Паровые машины четверного расширения A | Турбины Парсонса с непосредств. соединен. B | Паровые машины четверного расшир. C | Турбины Парсонса с непосредств. соединен. D | Паровые турбины с гидравлическ. приводом E | Паровые турбины с зубчатым приводом F | Паровые турбины с электрич. приводом G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Характеристика пара | Насыщенный пар. | | Перегретый пар | | | | |
| Длина машинных помещ. в фт. . | 252 | 237 | 234 | 231 | 192 | 201 | 180 |
| Сбережение в объеме, кб. фт. | — | 18 000 | 21 200 | 24 250 | 64 900 | 56 970 | 80 600 |
| Экономия от сбережения угля и увелечен. грузопод. емк. в £ по сравн. с A . | — | 16 763 | 15 028 | 24 111 | 39 150 | 35 608 | 56 775 |
| Валовая прибыль за год в % . . | 12,5 | 15 | 14 | 15,5 | 17,5 | 17 | 20 |
| Стоимость судна в фунт. стерл. . | 650 000 | 650 000 | 668 000 | 670 600 | 673 000 | 672 000 | 678 000 |
| Продолжительность срока службы установки, лет . . . | 15 | 16 | 17,5 | 17 | 18,5 | 18 | 20 |
| Чистая годовая прибыль в % . | 7 | 0,5 | 9 | 10 | 12,25 | 11,75 | 15 |

В отношении меньших установок на товаро-пассажирских судах более или менее полных сравнительных подсчетов и таблиц в литературе не имеется. Однако, основываясь. напр. на подсчетах E. Berg'a [1]) относящихся к пассажирскому пароходу Cuba (17 узл. 3 000 л. с.), показавших, что вес гребной установки Cuba в целом меньше веса однотипных турбозубчатых установок с двойной передачей и что в отношении потерь разница составляет всего 0,67% в пользу турбозубчатых установок, т. е. практически отсутствует, можно примерно считать, что для судов этого

[1]) Gen. El Rev. 1921 p. 129.

типа малых и средних мощностей турбоэлектрические и турбозубчатые установки приблизительно в этом отношении равноценны. Если же сравнивать гребные электрические установки с паровыми, оборудованными машинами тройного или четверного расширения, то для малых и средних мощностей (порядка до 3 000—4 000 л. с.) экономия в весе получается до 35—40% и экономия в расходе топлива до 12—15% [1]).

## III. Буксиры.

Примеры применения буксирных электроходов:

| Год постройки | Название | Скорость хода в узл. | Мощность на гребн. валах в л. с. | Тип установки [2]) |
|---|---|---|---|---|
| 1923 | J. B. Battle . . . . . | — | 200 | Д Э |
| 1924 | Van Dyke № 1 . . . . . | 10 | 370 | Д Э |
| 1924 | Van Dyke № 2 . . . . . | 10 | 370 | Д Э |
| 1924 | Van Dyke № 3 . . . . . | 10 | 370 | Д Э |
| 1924 | P. R. R. № 16 . . . . . | — | 575 | Д Э |
| 1924 | Kanawah . . . . . | — | 60 | Д Э |
| 1926 | Melton S. Patrick . . . . | — | 430 | Д Э |
| 1926 | P. R. R. №18 . . . . . | — | 575 | Д Э |
| 1926 | John W. Stewart . . . . | — | 430 | Д Э |
| 1926 | P. R. R. № 26 . . . . . | — | 575 | Д Э |
| 1926 | U. S. Engineer Corps № 1 | — | 100 | Д Э |
| 1926 | U. S. Engineer Corps № 2 | — | 100 | Д Э |
| 1926 | U. S. Engineer Corps № 3 | — | 225 | Д Э |
| 1926 | Wicomico . . . . . | — | 575 | Д Э |
| 1926 | No Name . . . . . | — | 575 | Д Э |

В отношении сравнительной экономичности работы в смысле расхода топлива гребных электрических установок на судах буксирного типа показательными данными являются результаты, приведеные в таблице 8, относящиеся к испытанию двух буксиров с установкою ок. 500 л. с. одного с дизелями непосредственного соединения и другого с дизель-электрической передачей [3]).

---

[1]) Brassey's Nav & Shipp. Annual 1926, p. 522.
[2]) Д Э сокращенно обозначает дизель-электрические установки.
[3]) W. J. Belsey. The operation of tow boats. Electr, 1925, p. 120.

ТАБЛИЦА 8

| | Дизель-электрич. установка | Дизельная установка с непосредств соединением. |
|---|---|---|
| Мощность в л. с. на гребном валу . . . . . | 375 | 500 |
| Коэфф. полезн. действ. электропередачи . . . | 81,5 | — |
| Мощность дизелей в л. с. (по индикат. диаграмме) | 463 | 500 |
| Число оборот. гребн. винтов в мин. при ходе порожнем . . . . . | 140 | 250 |
| Средние обороты в мин. при буксировке . . . . | 128 | 218 |
| Коэфф. полезн. действ. гребн. винтов . . . . . | 57 | 48% |
| % мощности утилизируем. буксиром . . . . . | 100 | 87 |
| Скорость хода в узл. . . . . | 7,6 | 7,17 |
| Коэфф. полезн действ. тяги=(тяга в л. с.) : (мощн. устан. л. с.) . . . . . | 37,6 | 29,3 |
| Выигрыш в к. п. д. тяги ок. | 30 | — |

Сравнительные испытания буксирных электроходов.

Van Dyke № 1 и 2 показали, что эти электроходы имеют, помимо прочих, следующие преимущества перед паротепловыми буксирами с непосредственным вращением винтов.

1. Увеличенную силу тяги при буксировке.

2. Значительное увеличение тяги, при замедленном ходе, что важно при вводе, напр., судов в док.

3. В величине тяги на 1 лош. силу.

4. В скорости хода при движении без буксира.

## IV. Паромы.

Примеры исполненных паромов-электроходов:

| Год постройки. | Название | Скорость хода в узлах. | Мощность на гребных валах в л. с. | Тип установки [2]) |
|---|---|---|---|---|
| 1922 | Golden Gats . . . . . | 12 | 750 | ДЭ |
| 1923 | Golden West . . . . . | 12 | 750 | ДЭ |
| 1923 | Hayward . . . . . | 17 | 1 200 | ТЭ |
| 1923 | San Leandro . . . . . | 17 | 1 200 | ТЭ |
| 1923 | W. R. Hearst. . . . . | 16 | 2 200 | ТЭ |
| 1923 | Rodman Wanamaher. . . | 16 | 2 200 | ТЭ |
| 1924 | Geo W. Loft . . . . . | 16 | 2 200 | ТЭ |
| 1924 | Poughkeepsie . . . . . | — | 300 | ДЭ |

[1]) Сокращенные обозначения ДЭ — Дизельэлектрические установки, ТЭ—Турбоэлектрические установки.

Исследования и подсчеты A. Kennedy и F. Smith'a [1]) произведенные над оперирующими в Нью-Йорке и Сан-Франциско паромами с паровыми машинами и электропередачей, привели их к заключению, что помимо большей эластичности электроустановок и легкости управления ими, электрические гребные приводы дают возможность получить экономию топлива от 19 до 42%. В таблице 10 приведены данные, характеризующие расход топлива 16-тиузловых паромов с поршневыми машинами и электропередачей.

ТАБЛИЦА 10

| | Установка с поршневыми паровыми машинами | Турбоэлектрическая установка | Примечание. |
|---|---|---|---|
| Мощность в л. с. на валах . . . . . | 2 620 | 2 200 | 1. Термодинамические данные: |
| Индикатор. мощность 1 HP л. с. . . . | 2 910 | — | |
| Расход пара на 1 л. с. час. фн. . . . . | 11,5, (IHP) | 10,0 (SHP) | Давление—250фунт./кв. дюйм. |
| Расход пара в час фн. | | | |
| Главные механизмы . . | 33 400 | 22 000 | |
| Вспомогат. турбоген. . | 1 620 | 2 190 | Перегрев—200 F. |
| Паровые вспом. механ. | 2 960 | 2 625 | Вакуум —28,5 » |
| Всего фунт. в час . | 37 980 | 26 819 | 2. Мощность установки с паровыми машинами взята больше, вследствие понижения к. п. д. гребных винтов при применении паровых машин. |
| Расход пара на I HP-час на все нужды. . | 13,5 | — | |
| Тоже, но на SHP-час. | 14,5 | 12,2 | |
| Испарительная способность нефти . . . . | 12,8 | 12,8 | |
| Расход нефти в час фн. | 2 970 | 2 100 | |
| » » на I HP-час фунт. . . . . | 1,02 | — | |
| Расход нефти на SHP-час фунт. . . . . | 1,135 | 0,955 | |
| Разница в расходе нефти в фунт. час . | 870 | — | |
| Тоже в сутки в тоннах. | 9,35 | — | |
| Относительный расход топлива . . . . . | 142% | 100% | |

[2]) Mar. Engg. & Shipp. 1925 p. 559.

## V. Землечерпалки.

Примеры «сплошь электрифицированных» землечерпалок:

| Год постройки | Название | Скорость судна в узлах | Мощность на гребных валах в л. с. | Тип установки [1]) |
|---|---|---|---|---|
| 1923 | A. Mackenzie . . . . . | — | 1 600 | ДЭ |
| 1923 | W. L. Mazshall . . . . . | — | 1 600 | ДЭ |
| 1 23 | Dan. C. Kingman. . . . . | — | 1 600 | ДЭ |
| 1923 | W. T. Rossel . . . . . | — | 1 600 | ДЭ |
| 1923 | Lake Weiz . . . . . | 10 | 1 000 | ДЭ |

Помимо отмеченных выше общих преимуществ электрификации винтов, применение последней в отношении землечерпалок дает возможность значительно уменьшить установленную мощность, так как главные генераторы обычно переключаются или на питание гребных электродвигателей или же на питание рабочих электродвигателей, вследствие чего повышается коэфициент использования установки и понижается ее общая стоимость.

## VI. Пожарные суда.

Примеры пажарных электроходов:

| Год постройки | Название | Скорость хода в узлах | Мощность на гребных валах в л. с. | Тип установки |
|---|---|---|---|---|
| 1908 | Joseph Medil . . . . . | 11,7 | 500 | ТЭ |
| 1908 | Graemc Stewat . . . . . | 11,7 | 500 | ТЭ |
| 1924 | Van Dyke I. . . . . | 9,7 | 600 | ДЭ |
| 1924 | Van Dyke II. . . . . | 10 | 370 | ДЭ |
| 1924 | Van Dyke III . . . . . | 10 | 370 | ДЭ |
| 1926 | Port Houston . . . . . | — | 720 | ДЭ |

При электрификации гребных винтов у пожарных судов получаются те же преимущества, как и в случае землечерпалок. Глав-

---

[1]) Сокращенные обозначения: ДЭ — Дизельэлектрические установки; ТЭ — Турбоэлектрические установки.

ные генераторы при ходе судна работают на гребные винты, а по приходе судна к месту пожара переключаются для питания электродвигателей пожарных насосов.

## VII. Военные суда.

Примеры военных электроходов:

| Год постройки | Название | Скорость хода в узлах | Мощность на гребных валах в л. с. | Тип установки [1]) |
|---|---|---|---|---|
| 1913 | Langley. . . . . | 14,5 | 5 400 | ТЭ |
| 1918 | New-Mexico . . . . . | 21 | 28 000 | „ |
| 1921 | California. . . . . | 21 | 28 000 | „ |
| 1920 | Tanneessee . . . . . | 21 | 28 000 | „ |
| 1921 | Maryland. . . . . | 21 | 28 000 | „ |
| 1921 | Colorado . . . . . | 21 | 28 000 | „ |
| 1921 | West Virginia. . . . . | 21 | 28 000 | „ |
| 1921 | Tampa . . . . . | 16 | 2 600 | „ |
| 1921 | Haida . . . . . | 16 | 2 600 | „ |
| 1921 | Majave. . . . . | 16 | 2 600 | „ |
| 1921 | Modos. . . . . | 16 | 2 600 | „ |
| 1726/7 | Lexington. . . . . | 33,5 | 180 000 | „ |
| 1926/7 | Saratoga . . . . . | 33,5 | 180 000 | „ |
| 1926 | Bear . . . . . | 12 | 1 000 | ДЭ |

Испытания и эксплоатация военных американских электроходов показали:

1. Значительную экономию в топливе по сравнению с турбинными установками непосредственного соединения. По донесению, напр., главного электрика линейного корабля New-Mexico гребная электрическая установка последнего расходует при полном ходе на 20% и при 15-ти узловом ходе на 30% меньше топлива по сравнению с совершенно однотипным кораблем Pennsylvania с главными паровыми турбинами непосредственного соединения и с турбозубчатым крейсерным приводом [2]). Более детальные данные,

---

[1]) Сокращенные обозначения: ДЭ — дизельэлектрические установки, ТЭ — турбоэлектрические установки.

[2]) Gen. El. Rev. 1919 p. 298.

характеризующие сравнительную экономичность турбоэлектрических установок мощностью в 30 000 л. с. приведены в таблице 11 [1]).

2. Отличные маневренные качества. Так, напр., практика показала, что полный реверс главных электродвигателей New-Mexico, Tenneessee, Maryland и др. линейных электроходов с мощностью на гребных валах ок. 30 000 л. с. совершался всего в 20 сек., при чем 8 секунд уходило на переключение и 12 сек. на самый реверс.

ТАБЛИЦА 11

| Тип установки | Относительная экономичность установки при различных скоростях хода | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 10 узлов | 15 узлов | 19 узлов | 21 узел |
| Пар. турбины Куртиса непосредственного соединения. . . . | 43,1 | 59,6 | 66,2 | 70,0 |
| Тоже, но Парсонса. . | 46,5 | 64,3 | 72,1 | 78,2 |
| Пар. турбины Куртиса с крейс. зубчатым приводом. . . . . | 56,1 | 67,5 | 66,2 | 70,0 |
| Тоже, но Парсонса. . | 59,4 | 80,0 | 72,1 | 78,2 |
| Пар. турбины Куртиса с непосредств. соединением. . . . . | 55,5 | 71,4 | 78,2 | 80,0 |
| Тоже, но Парсонса . | 56,1 | 77,1 | 85,0 | 90,8 |
| Пар. турбины Куртиса с крейс. зубчатым приводом. . . . . | 76,2 | 77,8 | 78,2 | 80,0 |
| Тоже, но Парсонса. . | 73,2 | 90,0 | 85,0 | 90,8 |
| Турбозубчат. установки с турбинами Парсонса . . . . . | 66,9 | 93,9 | 100 | 100 |
| Тоже с турбинами Куртиса. . . . . | 91,6 | 94,5 | 97,5 | 96,9 |
| Электропередача . . . | 100 | 100 | 96,9 | 97,8 |
| Пар. машины с насыщенным паром . . . | 70,2 | 75,0 | 76,7 | 74,3 |
| Паровые машины с перегретым паром. . . | 71,2 | 80,0 | 82,4 | 80,0 |

[1]) Marine Engineer's Handbook, 1920 p. 731.

3. Бо́льшую прочность и надежность действия гребных электрических установок. В этом отношении характерен официальный отзыв американского морского министра Daniels'a о судовых электропередачах после 5-ти летнего испытания электрохода Jupiter и испытания гребной электрической установки New Mexico, закончившейся пробой устойчивости ее работы при одновременных залпах всеми 12-ью, 14-ти дюймовыми башенными орудиями: «Результаты (испытаний) были вполне удовлетворительны со всех точек зрения и утвердили уверенность всех тех, кто присутствовал при испытаниях, в полной приемлемости проекта и его исполнения. Здесь не было ни малейших дефектов ни в одной из частей и все работало отлично, команда была в энтузиазме от прекрасных качеств механизмов, а морской департамент горд, обладая столь могущественным дреднаутом... В целом я полагаю, что страна имеет право гордиться этим техническим успехом не только потому, что он подтверждает удачу в этом частном деле, но также и потому, что он дает нам уверенность в превосходстве наших крупнейших судов по отношению к судам других наций[1])».

Таковы, в общих чертах, достоинства и преимущества гребных электрических установок, как они рисуются на основании имеющихся в иностранной литературе сведений. Посмотрим теперь, какие можно ожидать выгоды от применения электродвижения судов в наших русских условиях.

В нашем речном и особенно морском транспорте преимущественное значение играли и играют товаро-пассажирские и грузовые суда, включая и буксиры. Принимая во внимание тихоходность этих судов, установки с двигателями непосредственного соединения должны быть относительно тяжеловесны и не выгодны с точки зрения общих эксплоатационных расходов. В отношении паровых машин и турбин непосредственного соединения это положение более очевидно и иллюстрировалось выше, напр., таблицами 1, 2, 7. В отношении дизельных установок, более экономичных по расходу топлива, сравнения не всегда могут быть в пользу гребных установок с теми или другими приводами, как напр. это мы видим в таблице 5. Это подкупающее свойство дизельных уста-

---

[1]) Gen. El Rev. 1919 p. 296.

новок содействовало быстрому росту количества теплоходов, построенных за последнее время в различных странах. Однако, дизельные гребные установки непосредственного соединения, помимо отмеченных выше недостатков в смысле меньшей эластичности и тяжеловесности, требуют более частого ремонта и заставляют применять менее выгодные винты, почему, несмотря на меньший расход топлива на 1 л. с.-час, они часто все же оказываются в эксплоатации менее выгодными, чем системы с передачей на винты. Так напр., тщательные исследования и подсчеты, произведенные в Германии и относящиеся к буксирным судам, показали, что буксиры с турбозубчатыми установками оказываются для германских условий более выгодными даже в отношении годовых расходов на топливо, как это можно видеть из следующей сравнительной таблицы № 12.

Таблица 12. [1])

| Мощность | Годовые расходы на топливо в марках | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| | Паровые машины | Паровые турбины | Дизеля | |
| 300 л с. . . . . | 11 800 | 8 580 | 10 800 | Паровые установки с котлами на угле. Стоимость топлива принята: 1 t угля — 20 М. 1 t нефти—100 М. |
| 600 » » . . . . . | 22 440 | 16 360 | 21 600 | |
| 1000 » » . . . . . | 36 080 | 26 400 | 36 000 | |

Точно также, для английских условий, морские грузовые суда с турбозубчатыми установками высокого давления оказываются во многих случаях выгоднее теплоходов, как это можно видеть из таблицы 13, представляющей собою выдержки из целого ряда подсчетов J. Biles [2])

---

[1]) Данные заимствованы из статьи проф. К. П. Боклевского в журнале Водный Транспорт, 1926 г., стр. 16.

[2]) Mar. Eng. & Shipp. Age 1926 № 8 p. 457.

Таблица 13.

| | Годовые расходы при стоимости 1 t. угля | | | Годовые расходы при стоим. 1 t. нефти—80 шилл. | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|
| | 20 шил. | 28 шил. | 33 шил. | | |
| | Турбины высок. дав. с зубчат. прив. | | | Дизеля | |
| Годовые эксплоатацион. расходы при 11-дневн. рейсах, в фн. стерл. . . . . | 27 191 | 29 776 | 32 361 | 37 414 | Судно грузоподъемностью в 10 000 t. 12 узл. 3 600 л. с. Общая продолжительность поездок 250 дней в году. |
| Экономия в пользу ТВД. . . | 10 223 | 7 638 | 5 063 | — | |
| Годовые эксплоатацион. расходы при 18-дневн. рейсах, в фн. стерл . . . . . | 27 191 | 29 776 | 32 361 | 35 142 | |
| Экономия в пользу ТВД. . . | 7 951 | 5 366 | 2 781 | — | |

В русских условиях, соотношение цен на нефть и каменный уголь хотя более благоприятно для применения дизелей, но принимая во внимание, что расходы на топливо составляют лишь около 30—40% от общих расходов, дизельные установки все же могут оказаться во многих случаях менее выгодными, в особенности при коротких рейсах.

Таким образом, если даже считать спорным вопрос о выборе между дизельными установками непосредственного соединения и турбинными приводами, то мы должны притти к следующему выводу: в русских условиях должны быть наиболее экономичными установки или с турбинными приводами, или с дизельными, или дизель-электрическими.

Обращаясь к первому положению мы должны иметь в виду, что из существующих вообще трех типов турбинных приводов—турбозубчатых, турбо-гидравлических и турбо-электрических, первые два типа для нас мало пока желательны, так как ни один из заводов СССР не строил и не строит основных элементов этих приводов—зубчатых передач и трансформаторов Феттингера, в то время как с элементами электрических приводов наши заводы справиться должны.

Что касается второго и третьего положения, то опять таки в условиях русской действительности, было бы, на наш взгляд, более рационально базироваться не на дизельных установках непосредственного соединения, а на дизель-электропередачах. Доводами к этому служат следующие соображения:

1. Дизель-электрические установки в большинстве случаев получаются значительно легче дизельных непосредственного соединения (в некоторых случаях до 40—50%). Принимая во внимание желательность экономии в расходовании металла, это соображение несомненно должно приниматься в расчет при выборе типа судового двигателя.

2. При дизель-электрических гребных установках можно применять относительно маломощные быстроходные дизеля и, притом, одинаковой мощности для весьма различных по размерам установок, изменяя число главных дизель-генераторов. Это обстоятельство, упрощая стандартизацию дизелей, может в значительной степени облегчить и их постройку. Вместе с тем полезно иметь в виду, что в настоящее время замечается тенденция к резкому повышению числа оборотов дизелей до 900 в минуту и выше (двигатели Maybach'a, Beardmore'a и др.) [1]).

Применение таких дизелей в качестве судовых двигателей, возможно будет не иначе, как в соединении с приводами и, в наших условиях, именно с электрическими приводами, ввиду большей легкости их постройки на наших заводах.

3. Дизель-электрические установки отличаются весьма высокими маневренными качествами, позволяя менять скорости судна в отношении до 1 : 30 и больше, против 1 : 3 - 1 : 4 при дизелях непосредственного соединения. Насколько это важно в наших условиях, можно заключить из таблицы 14, заимствованной нами из статьи А. А. Рогожкина «Аварийность на внутренних водных путях СССР» [2]), и указания этого автора, что, согласно статистике, от 30—40% случаев аварии вызывается недостаточно правильным управлением судном.

---

[1]) Jahrb. d. Schiffbaut. Gesellsehaft 1926, S. 73.

[2]) Водный транспорт, 1926 стр. 281.

Таблица 14.

| Наименование бассейна | % аварийности с судами к числу работающих судов, по годам | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1913 г. | 1922 г. | 1923 г. | 1924 г. | 1925 г. |
| Волжский | 12,5 | 57,3 | 32,8 | 28,1 | 28,0 |
| Северо-западный | 2,4 | 34,5 | 27,4 | 23,2 | 14,0 |
| Северный | 0,7 | св. нет | 21,3 | 15,4 | 11,7 |
| Днепровско-Бугский | 2,2 | 37,8 | 20,0 | 34,0 | 28,0 |
| Зап. Сибирский | св. нет | 62,4 | 35,7 | 28,0 | 31,5 |
| Амурский | св. нет | св. нет | 20,5 | 68,0 | 79,2 |
| Средне-Азиатский | св. нет | 56,2 | 13,0 | 10,5 | 5,6 |
| Средний % по всем бассейнам | 6,0 | 46,6 | 28,8 | 24,2 | 21,3 |

Перейдем, наконец, к вопросу, насколько могут быть велики те выгоды, которые вытекают из применения электродвижения в нашем морском и речном транспорте.

Начнем с речного транспорта. Целый ряд авторов неоднократно указывал на крайнюю неэкономичность его работы. В технической литературе имеются подсчеты возможной экономии в топливе, которую можно было бы получить в случае замены устарелых установок этого флота установками современного типа. Так напр., инж. Н. Дормидонтов [1]) подсчитал, что при переводе Волжского флота на дизеля можно было бы получить экономию в топливе, указанную в таблице 15.

Таблица 15.

| | Процентная экономия топлива для различных классов флота Волжского бассейна при применении дизелей вместо паровых машин. |
|---|---|
| Класс «А»—Буксирные суда | 78% |
| Класс «Б»—Товаро-пассаж. суда | 73,5% |
| Класс «В» Пассажирские суда | 67% |

[1]) Техн. и Эконом. Путей Сообщения 1921 г. стр. 91 № 5—6.

Если предположить, что паровые установки Волжского флота были бы заменены дизель-электрическими, то, основываясь на данных инж. Н. Дормидонтова и введя в них соответствующие коррективы, мы должны были бы получить примерную экономию в топливе согласно таблицы 16. При составлении таблицы 16 принято, что число оборотов винтов будет выбрано наивыгоднейшее и что коэффициент полезного действия электрической части гребных установок будет:

| | |
|---|---|
| для буксирных судов . . . . . | 0,80 |
| » товаро-пассажирских . . . . | 0,82 |
| » пассажирских . . . . . | 0,82 |

Кроме того, принято во внимание, что при подсчетах у инж. Н. Дормидонтова учитывалось наличие передач у буксирных судов с коэффициентом полезного действия $\eta = 0{,}88$, наличие повышения удельного расхода топлива на 10% от неполной нагрузки дизелей у буксирных установок, и повышение расхода топлива у товаро-пассажирских теплоходов на 1,11 вследствие невозможности, без передачи, выбрать винты с максимальным коэффициентом полезного действия.

Таблица 16[1]).

| Класс судов. | Годовой расход нефти паровым флот. Волж. бассейна. Тыс. пудов. | Годовой расход нефти Волжск. флот. при переводе его на дизеля. Тыс. пудов. | Корректирующий коэффициент. К. | Годовой расход нефти Волжск. флот. при примен. дизель-электр. установок. Тыс. пудов. | Годовая экономия нефти от применения дизель-электр. установок. Тыс. пудов. |
|---|---|---|---|---|---|
| Буксиры . . . . . | 42 988 | 9 508 | 0,99 | 9 400 | 33 588 |
| Товаро-пассажирск. суда . | 22 132 | 5 915 | 1,07 | 6 330 | 15 802 |
| Пассажирские суда . . . | 6 184 | 2 050 | 1,18 | 2 317 | 3 867 |
| Итого . . . | 71 304 | 17 473 | — | 18 047 | 53 257 |

[1]) Данные таблицы 16 относятся к составу Волжского флота на 1 января 1916 г.

Из таблицы 16 видно, что в случае перевода Волжского флота 1915 г. на электродвижение получилась бы экономия в расходе нефти ок. 75%, которая по абсолютной величине достаточна была бы для удовлетворения на 62% технического потребления нефти 12 губерниями Московского района или на 24% потребления нефти всеми железными дорогами Европейской России в 1916 г., т.-е. в период наибольшего напряжения промышленной и транспортной деятельности страны. При этом необходимо заметить, что величина корректирующего коэффициента К взята в таблице 16 с преувеличением его, ради осторожности, не в пользу электродвижения (как это можно видеть напр. из таблиц 3, 5, 8), и потому размеры возможной экономии в топливе могли бы быть еще более значительны.

Хотя данные подсчетов инж. Н. Дормидонтова относятся к условиям 1916 г., но они достаточно показательны, в особенности если иметь в виду, что общая мощность судов Волжского флота, принятая в этих подсчетах, равнялась 488 890 л. с., паротепловой же флот всех госпароходства имел на 1 января 1925 г. общую мощность 639 684 л. с. [1]), из которой больше 4/5 падало на долю парового флота.

Как ни заманчивы, однако, цифры возможной экономии при условии переоборудования всего речного парового флота, но на них можно смотреть лишь как на некоторый идеал, достижение которого сопряжено с громадными предварительными затратами средств и времени. Поэтому, нам кажется, более реально учитывать возможность и необходимость оборудования лишь вновь строящихся резных судов наилучшими, с точки зрения экономичности, установками. Полагая, что суда будут строиться с таким расчетом, чтобы восполнять (быть может с некоторым, иногда, запозданием) ощущаемый недостаток, можно для примерной оценки мощности вновь строящихся судов воспользоваться перспективным планом судостроения на 1926 — 1930 года, приведенным в таблице 17 [2]).

---

[1]) Фомин. План работ речн. госпароходств в 1925 г. Водн. транс. 1926 г. № 2. стр. 57—64.

[2]) Водн. транс. 1926 г. № 2, стр. 57—64.

Таблица 17.

| Годы. | Мощность недостающих судов. л. с. | Годы. | Мощность недостающих судов. л. с. |
|---|---|---|---|
| 1926 | 53 628 | 1929 | 24 997 |
| 1927 | 52 216 | 1930 | 24 763 |
| 1928 | 43 414 | — | — |

Если воспользоваться этими ориентировочными данными, то мы увидим, что к 1931 году необходимо будет построить речной флот с общей мощностью на гребных валах приблизительно в 200 000 л. с. Важно, поэтому, уже заранее было бы обсудить и исследовать этот вопрос с точки зрения выбора наиболее экономичных главных механизмов. Как велик может быть перерасход в топливе, если мы по прежнему будем применять при оборудовании новых судов по преимуществу паровые машины, хотя бы и современных конструкций, показывает таблица 18.

Таблица 18.

| | Паровые машины. | Дизельэлектрический привод. | Турбоэлектрический привод. |
|---|---|---|---|
| Общая мощность нового флота в л. с. . . . . | 200 000 | 200 000 | 200 000 |
| Расход нефти на 1 л. с. час, фунт./кгр. . . . . | 1,2/0,546 | 0,55/0,25 | 0,73/0,33 . |
| Число рабочих суток за навигацию . . . . . | 120 | 120 | 120 |
| Общий расход нефти в год, тонн. . . . . | 316 000 | 144 000 | 185 000 |
| Годовая экономия нефти в тоннах по сравнению с паровыми машинами . | — | 172 000 | 131 000 |

Таким образом, при стоимостй нефти по 50 руб. за тонну, ежегодная экономия на топливе, при электрифицировании судов, имеющего быть построенным к 1931 г. речного флота, могла бы составлять от 6,5 до 8,5 миллионов рублей.

Что касается морского флота, то положение дела здесь требует к себе еще большего внимания. Морской транспорт уже в довоенное время играл у нас первенствующее значение в деле экспорта и импорта, т. к. приблизительно $^2/_3$ перевозимых через наши границы грузов шли морским путем, как это видно, например, из таблицы 19, данные которой относятся к 1913 году [1]).

Таблица 19.

| | Через все границы. | Через сухопутные границы. | Через морские границы. |
|---|---|---|---|
| | Тонны. | | |
| Вывезено . . . . . | 21 900 000 | 6 193 000 | 15 707 000 |
| Привезено . . . . . | 10 935 000 | 4 060 000 | 6 875 000 |
| Полный грузооборот . . | 32 835 070 | 10 253 000 | 22 582 000 |

В настоящее время, с уменьшением торгового значения Германии и с образованием на нашей Западной границе промежуточных государств, морской транспорт приобретает для нас еще большее значение. Грузооборот наших морских портов, прекратившийся было время гражданской войны, начал с 1921 года быстро расти, как это показывает таблица 20.

Таблица 20 [2])

| Года. | Рост грузооборота в % от грузообор. 1913 г. | Года. | Рост грузооборота в % от грузооборотов 1913 года. |
|---|---|---|---|
| 1921 | 15,1 | 1924 | 29,9 |
| 1922 | 21,6 | 1925 | 44,0 |
| 1923 | 28,9 | — | — |

[1]) С. Веселаго. Современное значение морского транспорта в России. Техника и Экономика Путей Сообщения, 1921, № 5—6.

[2]) Михайловский. Грузооборот морских торговых портов СССР за 1925 г. Водн. трансп. 1926 № 3—4.

Если обратиться теперь к наличию морского торгового флота, то по приблизительным подсчетам численность его может быть выражено цифрами, приведенными в таблице 21.

Таблица 21 [1]).

| Года. | Число судов. | Общая валовая вместимость рег тн. | Общая мощн. на гребных валах л. с. | Года. | Число судов. | Общая валовая вместимость рег. тн. | Общая мощн. на гребных валах л. с. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1913 | 1 216 | 974 178 | 647 847 | 1922 | 670 | — | 288 574 |
| 1917 | 1 079 | 865 034 | 637 668 | 1925 | 810 | 373 260 | 316 291 |
| 1919 | 618 | 541 005 | — | — | — | — | — |

Сопоставляя данные таблиц 20 и 21, может показаться, что хотя тоннаж морского флота уменьшился к 1925 году несколько больше, чем грузооборот, но не так уж далеко от пропорциональности. Однако не следует забывать, что положение дела с торговым морским флотом перед войной было далеко не нормально.

Участие нашего флага в экспорте и импорте, по сравнению с заграничными, было весьма невелико, составляя всего от 8 до 15%. Это обстоятельство заставляло нас терять ежегодно на на уплату за фрахты от 80 до 100 миллионов рублей золотом, т.-е. на 10—30 миллионов большего того, чем его добывалось в то время в России. Наши пароходные общества учитывали эту ненормальность и по мере возможности старались увеличить состав флота и его участие в заграничных плаваниях (см. таблицу 22) и если бы не война и вызванные ею потрясения, то к настоящему времени наличный торговый морской флот наш значительно бы превосходил флот 1913 года. Сравнивая данные таблиц 20, 21 и 22, мы видим, что для того, чтобы выйти из полосы зависимости от иностранных флагов и потери своего золотого фонда на фрахтах, нам необходимо увеличить наш торговый морской флот по крайней мере в 3—4 раза, т.-е. иметь к тому времени, когда грузооборот достигнет довоенного уровня, флот

---

[1]) По данным Регистра СССР и Brassey's Nav, & Shipp Annual 1926 р. 503.

вместимостью около 4 000 000—5 000 000 регистровых тонн, с общей мощностью на гребных валах порядка 2 000 000—2 500 000 л. с.

Таблица 22[1])

| | Общая вместимость русских и иностр. судов в % участвовавших в заграничн. плаваниях. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1909 г. | 1910 г. | 1911 г. | 1912 г. | 1909 г. | 1910 г. | 1911 г. | 1912 г. |
| | Русские суда | | | | Иностранные суда | | | |
| Ввоз . . . . . | 11,1 | 12,2 | 14,2 | 18,7 | 88,9 | 87,8 | 85,8 | 81,3 |
| Вывоз . . . . . | 10,4 | 11,3 | 13,2 | 17,8 | 89,6 | 88,7 | 86,8 | 82,2 |

Считаясь с финансовыми затруднениями, переживаемыми страной, приходится ближайшей целью ставить достижение пока довоенного уровня. Но и при этом, сравнительно скромном уже, масштабе, применение гребных электрических приводов на вновь сооружаемых судах могло бы дать значительную экономию в топливе, не говоря уже о том, что, вместе с тем, суда значительно выигрывали бы и в других отношениях. Примерное представление о возможном размере экономии в топливе дает таблица 23.

Таблица 23.

| | Паровые машины | Дизель-эл. приводы | Турбо-эл. приводы |
|---|---|---|---|
| Общая мощность на гребных валах л. с. . . . . | 350 000 | 350 000 | 350 000 |
| Расход нефти на 1 л. с —час.кгр. . | 0 55 | 0,225 | 0,33 |
| Число рабочих суток в году . . . | 200 | 200 | 200 |
| Годовой расход нефти, тн. . . . . | 922 000 | 378 000 | 563 000 |
| Годовая экономия в нефти, тн. . . | — | 544 000 | 359 000 |

[1]) См. «Народное хозяйство в 1913 году», стр. 486 и 491.

Принимая стоимость нефти попрежнему, в 50 рубл. за тонну, можно видеть, что электрификация гребных виндов при воссоздании нашего морского торгового флота могла бы дать экономию в топливе порядка 18—27 миллионов рублей в год к тому времени, когда флот будет доведен до довоенного уровня.

Таковы, в самых общих чертах, возможные выгоды от применения электродвижения судов в русских условиях, если на них смотреть с точки зрения расходов топлива. Что касается стоимости гребных электрических установок, то она получается обычно выше. Однако, это не должно отпугивать нас от судовых электропередач, так как в конечном итоге, как это видно из предыдущих таблиц, полные годовые эксплоатационные расходы получаются по преимуществу благоприятными для этого рода судодвижения и делают тем более ценными его остальные достоинства и преимущества, отмеченные в начале настоящего доклада.

В заключение приведем следующие тезисы:

1. Благодаря отсутствию у нас до настоящего времени судов, оборудованных гребными электрическими установками новейших систем, электродвижение судов, даже для заинтересованных лиц и учреждений, является практически мало изученной областью.

2. Между тем, этот род судодвижения имеет во многих случаях, как это видно из приведенного выше цифрового материала, несомненные достоинства и преимущества, в особенности перед паровыми установками с непосредственным соединением и дает возможность получения значительной экономии в топливе и весе установки.

3. Так как литературные данные не отражают полно всех факторов, имеющих подчас очень важное значение при эксплоатации (надежность работы, частота ремонта, действительные эксплоатационные расходы и т. д.), то необходимо иметь возможность изучения этой области практически.

4. Для осуществления этой возможности необходимо построить несколько пробных турбо- и дизель-электроходов, которые могли бы послужить объектом всестороннего изучения особенностей электродвижения судов.

5. Для ускорения изучения этого вопроса часть электроходов необходимо заказать за границей с условием предоставления нам всех рабочих чертежей установок и допущения на заводы наших наблюдающих.

6. Остальную часть электроходов по этим чертежам, а также и самостоятельно рассчитанных, исполнить у нас.

7. Для разработки проектов этих электроходов, а также всех технических вопросов, связанных с постройкой электроходов, заказанных за границей, организовать Особое Бюро по электрификации водного транспорта при Главэлектро или Главметалле.

8. Для более полного ознакомления с техникой постройки гребных электрических установок, а также для получения данных эксплоатационного и монтажного характера, командировать за границу, преимущественно в Америку, Англию и Швецию, нескольких специалистов на заводы и верфи, которым будут заказаны электроходы для СССР.

**Цена—40 коп.**

**Для Членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 39.037. Тираж 1.700 экз. 2⅛ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад Профессора*
*Л. В. Дрейера.*

## ПРАВИЛА и НОРМЫ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ и КАБЕЛЕЙ ОТ ДЕЙСТВИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ.

Историческая справка.

1) На Водопроводном съезде 1897 г.—доклад П. Д. Войнаровского—«О влиянии токов высокого напряжения городских электрических трамваев на прочность водопроводных труб».

2) На VII Русском Водопроводном Съезде 1905 г. доклад Л. В. Дрейер — «О блуждающих токах городских электрических дорог».

3) На IV В. Э. С. 1907 г. доклад О. Э. Страус — «Обратные токи электрических трамваев».

4) VI В. Э. С.—заслушан внесенный на него «проект правил защиты газовых и водопроводных труб против вредного влияния токов электрических железных дорог постоянного тока, пользующихся рельсами, как обратным проводом». Проект этих правил представлял из себя перевод правил принятых на XVIII годов. Собрании Союза Германских Электротехников в 1910 году на двухлетний срок.

VI В. Э. С. в виду новизны этих правил не признал возможным их утвердить, а постановил опубликовать их в качестве проекта с тем, чтобы представить проект на заключение VII В. Э. С.

5) На VII В. Э. С. — 1912 — 13 год, вопросам блуждающих токов были посвящены: а) доклад Н. И. Сушкина «об анкете по блуждающим токам» в городах России. б) Доклад Н. И. Сушкина от имени соединенной комиссии Секретариата по электрической тяге и постоянного Бюро Водопроводных Съездов. в) Комиссия VII В. Э. С. по вопросу о защите подземных сооружений от влияния блуждающих токов.

Эта комиссия проредактировала проект правил VI В. Э. С. (т.-е. германских) и внесла в своей редакции на утверждение VII

В. Э. Съезда. Постановлением VII В. Э. С. правила приняты как временные до следующего VIII Съезда и отпечатаны в «Правилах и нормах для электротехнических устройств сильных токов» издание Пост. Комит. В. Э. С. 1914 г. стр. 180.

6) VIII В. Э. С. в 1922 г. не просматривал этих правил, таким образом вопрос находится в прежнем состоянии до следующего IX В. Э. С.

7) На I Всероссийской Трамвайной Конференции 1922 г. был поднят вопрос о выработке более совершенных правил и важности этого вопроса и были заслушаны доклады Л. В. Дрейер — «Блуждающие токи электрических железных дорог и борьбы с ними» и В. П. Нечаева--«Схема организации службы распределения тока на Московском Трамвае».

8) На II Всероссийской Трамвайной Конференции 1925 г. были этому вопросу посвящены три доклада:

а) Л. В. Дрейер—«Блуждающие токи электрических железных дорог и борьба с ними».

б) В. П. Нечаев — «Организация наблюдений за состоянием сети обратных проводов на Московских Городских железных дорогах».

в) Ю. К. Гринвальд—«О блуждающих токах».

По этим докладам II Всероссийская Трамвайная Конференция постановила:

«Обратить внимание всех трамваев на вопрос о блуждающих токах, имеющих важное значение, и признать, что улучшение условий возврата тока является очередной задачей трамваев».

9) Независимо от линии работы изданы в 1925 г. временные правила, выработанные Наркомпочтелем и ЦЭС'ом по поручению СТО от 30 Мая 1923 г. «Временные правила ограждения телеграфных, телефонных и сигнализационных линий от вредного действия установок сильного тока». («Электротехнические правила и нормы» издан. Главэлектро 1925 г. стр. 311).

10) Таким образом к предстоящему IX В. Э. С. мы имеем:

а) временные правила VII В. Э. С. и

б) временные правила ЦЭС'а.

IX ВЭС'у необходимо эти правила согласовать, внести поправки опыта с 1910 г. (т. к. и те и другие правила в основе своей имеют текст Германских правил 1910 г.) и установить

окончательный текст правил. Предлагаемый ниже проект и имеет своей целью решить эту задачу.

11. Германия за это время сохраняет еще свои старые правила 1910 г. (ETZ — 1910 г.).

Франция выработала «новые обязательные постановления для контроля обратных токов и пути сообщения общего пользования с электрической тягой» 1923 г.

## Правила и нормы защиты подземных металлических трубопроводов и кабелей от действия блуждающих токов.

### § 1. Область применения правил и норм.

Настоящие правила и нормы распространяются: на электрические железные дороги постоянного тока, у которых проводником обратного тока служат рельсы, и в том только районе, где пути проложены в земле не далее 200 m от трубопроводов или кабелей.

Далее различаются два случая: первый «разветвленной сети»—когда имеется в районе разветвленная сеть рельс и трубопроводов и кабелей, или разветвленная сеть рельс в нескольких местах приближающаяся ближе, чем на 200 m к одиночной линии трубопровода или кабеля, или же наоборот одиночная линия рельс и разветвленная сеть трубопроводов и кабелей; и второй— «одиночная линия» — когда имеется лишь наличие одной линии пути и одной линии трубопроводов или кабелей, взаимнолежащие ближе 200 m.

Пояснение к оглавлению: Оглавление отличается от прежних оглавлений подобных правил — именно 1) по проекту VII В. Э. С. «Правила защиты подземных металлических трубопроводов против вредного влияния токов электрических железных дорог постоянного тока, пользующихся рельсами, как проводом;

2) по правилам V. D. E. (1910 г.) — «Предписания защиты газовых и водопроводных труб против вредного влияния токов электрических железных дорог постоянного тока, ползующихся рельсами, как обратным проводом». (E. T. Z.—1910 г. стр. 491).

3) по правилам Ц. Э. С.— «Защита кабелей слабых токов от действия блуждающих токов».

В новом оглавлении захвачены и трубопроводы и кабели, кроме того длинное пояснение о характере электрических желез-

ных дорог и пр. заменено более коротким вполне уже установившимся в русской литературе выражением «блуждающие токи». Затем выражение «против вредного влияния» заменено «от действия», т. к. было бы странно, чтобы создавались правила «защиты» не против «вредного влияния».

Пояснение к § 1. В формулировке области применения правил выделены необходимые и достаточные признаки условий, при которых можно опасаться влияния блуждающих токов, а именно 1) что электрические железные дороги должны быть постоянного тока, 2) с рельсами уложенными в земле 3) вблизи от подземных металлических трубопроводов или кабелей 4) рельсы служат обратным проводником тока. Таким образом, из старых правил исключены все те места, которые оговаривают, в каких случаях правила не применяются — например, по VII В. Э. С. сказано «эти правила не распространяются на магистральные, пригородные и внеуличные электрические жел. дор.». Нет основания исключать эти типы дорог — раз они постоянного тока с рельсами, уложенными в земле вблизи труб, кабелей. Магистральная и пригородная дорога в части своей трассы может проходить или пересекать и водопроводную сеть — и следовательно эти участки дорог должны также быть обеспечены от вредного влияния блуждающих токов.

Внеуличные дороги не обязательно должны быть на эстакадах, не могут быть и подземными и обыкновенными, на выделенной лишь для них самостоятельной полосе улицы, шоссе, дороги — и в том и в другом случае близлежащие кабели и трубы должны быть оберегаемы.

Размер минимального расстояния — 200 m — взят из старых правил. Эта величина не изменяясь попадается во всех правилах.

Нет основания утверждать, что она слишком велика или недостаточна. И поскольку пока нет данных к ее изменению — она сохранена.

Далее, в правилах сохранены два случая взаимного расположения рельс и труб или кабелей — а именно: случай «разветвленной сети» и случай «одиночной линии» и опущено по сравнению с прежними правилами понятие «примыкающий к сети пояс в 2 km ширины» который приравнен о внутренней разветвленной рельсовой сети по строгости требований.

Этот пояс попал в русские правила из германских. По нашему мнению этот пояс излишнее усложнение, ибо если в этом поясе имеется рельсовая сеть и сеть трубопроводов и кабелей, то он ничем не отличается от общего случая «разветвленной сети», если имеется лишь одна сеть рельс, а труб и кабелей нет – то нет и основания отягчать требования для такой двухкилометровой зоны, если же в этом поясе имеются одиночные, отдельные линии и одиночные, отдельные трубные или кабельные магистрали — то этот случай аналогичен случаю «одиночной линии» – раз от рельса трубы идут не далее 200 m, а если они идут далее, то они считаются в безопасности.

Смотреть на этот двухкилометровый пояс как на зону будущего расширения рельсовой и трубопроводной сети нет надобности пока этих сетей нет. А когда они появятся, то и должны будут приняты надлежащие меры.

Для пояснения надо остановиться еще на одном месте § 1. «или разветвленная сеть рельсов в нескольких местах приближается ближе, чем на 200 m к одинаковой линии трубопровода или кабеля». При одиночной линии трубопровода или кабеля и сети рельс могут быть три случая их взаимного расположения: 1) линия трубопровода пересекает сеть рельс 2) линия трубопровода идет около сети рельс на разных расстояниях и больше 200 m и меньше 200 m и в ряде точек таким образом приближается к рельсам 3) линия трубопровода (или кабеля) идет вообще говоря все время дальше 200 m от рельс и только в одном месте резко приближается к ним ближе 200 m.

Случаи 1 и 2 таковы, что в них можно ожидать влияния блуждающих токов; случай же 3 — не дает основания опасаться, т. к. для электролиза необходимо, чтобы ток из рельса вошел в трубу или броню кабеля и вышел из них обратно в рельс в другом месте. Случай 3 этого как раз и не дает. Поэтому в правилах и сказано «в нескольких (хотя бы в двух) местах».

Из § 1, старых правил исключены места, касающиеся сопротивления рельс, стыков и практических испытаний и т. п., так как это все отнесено дальше в соответствующие по смыслу §§ правил.

## A. Нормы при проектировании и постройке.

§ 2. Взаимное расположение рельс и трубопроводов или кабелей.

а) Сопротивление между рельсовой сетью и трубопроводами или кабелями должно быть по возможности больше, поэтому надо принимать меры, чтобы расстояние между ближайшими рельсами и теми частями трубопроводной сети (крышки колодцев гидранта и т. п.), которые расположены на поверхности земли или близко от нее и металлически соединены с трубопроводами, а также самыми трубами, было возможно большим и по меньшей мере 1 m, от ближайшего рельса, если только это осуществимо.

б) Прокладка кабелей под путями и в расстоянии, менее 3 m от оси ближайшего рельсового пути или менее 1 m от ближайшего рельса недопустима, но пересечение возможно ниже подошвы рельс на расстоянии не менее 1 m.

в) В случаях грунта, создающего особо благоприятные условия для электролиза (грунты, пропитанные солями, кислотами, отбросами и т. п.), а равно там, где нельзя получить достаточного расстояния между рельсами и трубопроводами и кабелями, необходимо искусственно усилить сопротивление между рельсами и трубопроводами и кабелями, для чего могут быть рекомендованы следующие меры:

1) Увеличить переходное сопротивление тщательным асфальтированием как рельс, так и трубопроводов и кабелей; ограждение рельс и трубопроводов бетонной оболочкой.

2) увеличить сопротивление промежуточного слоя земли, заменив неподходящий грунт более чистым и менее водопроницаемым; продолжить в этих местах часть труб или кабелей в керамиковых, кирпичных, бетонных и т. п. трубах.

г) Не допускать никаких металлических соединений между рельсами и трубами или броней кабелей.

д) Надлежит особо заботиться о хорошем металлическом соединении труб и частей трубопровода между собою, а также свинцовой оболочки с телом муфты с обеих сторон входящих в муфту кабелей, чтобы гарантировать надежное соединение свинцовой оболочки кабеля по всей длине и с корпусом муфты.

е) При прокладке кабелей по деревянному мосту, по которому проложены и рельсы, следует избегать близкого соседства и прикосновения кабелей с металлическими частями, связанными с металлическими каркасами на мосту, имеющимися, например, в устройстве разводной части.

Пояснение к § 2. Данные указания в этом § относятся, главным образом, к деталям проектировки и постройки новых линий, но также и к частичным изменениям и дополнениям уже эксплоатируемых сетей как электрических железных дорог, так и трубопроводов и кабелей, независимо от того, для каких целей эти кабели служат.

В § 2 включены все указания, бывшие в ранее изданных правилах как В. Э. С., так и Ц. Э. С. — они лишь приведены в систему и несколько уточнены — так, например, в абзац касающийся деревянного моста (ЦЭС) добавлено необходимое условие применения этого случая — что по мосту проложены рельсы электрической железной дороги.

Далее в п. д) — обращено особое внимание на хорошее металлическое соединение труб и свинцовых оболочек кабелей т. к., например, разрыв металличности между двумя трубами при проходе по трубе блуждающего тока вызывает выход в землю тока из одной части трубы и вход в другую часть (на стыке) — а следовательно и повреждение того места трубы, откуда ток вышел. Это место (повреждение трубы) может находиться и не вблизи рельсовой сети, чем не возбуждать подозрения со стороны надзора. Пример такого случая может быть, например, когда рельсовый путь делает дугу по отношении трубы или кабеля или наоборот.

В п. в)—даны указания, не исчерпывающие решения вопроса. Могут найтись и другие способы увеличить сопротивление, но все же следовало указать ряд из них, что и сделано в тексте правил.

Места особого сближения между рельсами и трубопроводами или кабелями пришлось все-таки оговорить в п. а) фразою «если только это осуществимо». Условия городского строительства, теснота улицы и иногда очень большие расходы с переноской или рельс или трубопроводов (и кабелей) не позволяют нормы расстояний делать категорическими; но вместе с этим можно поставить требование принятия здесь искусственных мер к увеличению

переходного сопротивления. Не надо, конечно, думать, что эти места сближения всегда будут и самыми опасными местами в смысле разъединения труб или кабелей.

Если в данном месте сближения трубы и кабеля электроотрицательны по отношению к рельсам, т. е. находятся в «неопасной зоне» — то разъединения здесь не будет, но оно будет усилено в другом месте сближения, где трубы или кабели являются электроположительными, т. е. в «опасной зоне».

Пункт в-2 — говорит о замене плохого (в смысле электролиза) грунта — хорошим. Под таким грунтом надо понимать, во первых, грунт не загрязненный солями, отбросами, испражнениями скота и людей и т. п. и во вторых, не водопроницаемый, т. к. в последнем случае вместе с водой грунт будет пропитан растворами соседних слоев плохого грунта. Таким образом, нельзя рекомендовать изолирующий слой делать из песка, гравия, щебня и т. д.

Повидимому глина могла бы быть лучшим материалом для этой цели.

Глубину и ширину такой искусственной прослойки нормировать нельзя, ибо это зависит от местных условий, но все же можно сказать, что чем больше плохой грунт будет заменен подходящим, тем сопротивление будет больше.

## § 3. Сопротивление рельс, стыки и стыковые соединения.

а) Норм сопротивления рельс не дается, но при расчете может быть принята за норму сопротивления 1 km сплошного рельса величина 1,5 : A, где A—вес 1 m рельса в килограммах.

Увеличение сопротивления линии рельс благодаря присутствию стыков не должно быть больше 7% от сопротивления сплошного рельса той же длины и того же сечения.

Если при проектировании или переустройстве и ремонте точно и наперед известно сопротивление укладываемых рельс, то в расчет должна быть принята точная величина сопротивления.

Если точная величина сопротивления будет известна лишь по укладке рельс и будет отличаться более чем на $\pm 20\%$ от принятия при расчете 1,5 : A, то требуется произвести электрический перерасчет рельсовой сети, при этом так же должно быть учтено фактическое сопротивление стыков.

б) Для получения сопротивления стыков, не превышающего 7%, могут быть применяемы следующие меры: 1) сварка рельс в стыках 2) добавочные стыковые медные соединения.

в) Электрические стыковые соединения из голой медной проволоки, пластинки или какой-либо другой конструкции, сечением не менее 80 $mm^2$ с надежным закреплением их концов в теле рельс с поверхностью контакта их в этих местах не менее 800 $mm^2$ по их установке должны быть покрыты асфальтовым лаком, если предварительно они не были облушены.

При сечении каждого соединения менее 80 $mm^2$ их надо ставить по несколько соединений так, чтобы сумма сечений была не менее 80 $mm^2$.

Электрические рельсовые соединения ставятся: 1) на каждом стыке нитки рельсового пути, 2) через 10 стыков между нитками пути, 3) через 20 стыков между путями, если их два и более, 4) рельсы, расположенные с обеих сторон крестовин, стрелок должны быть связаны между собою электрическими рельсовыми соединениями.

г) На подвижных мостах и на других сооружениях подобного рода, прерывающих рельсовый путь, хорошо проводящее электрическое соединение рельсов должно быть обеспечено при помощи особых изолированных проводов, соединяющих разрываемые части пути как во время их разрыва, так и во время их сомкнутого состояния.

При этом, падение напряжения при средней нагрузке не должно превышать 5 mV (0,005 V) на 1 m длины соединительного провода.

д) Все провода и кабели, соединенные с рельсами и служащие для проводки тока, должны быть изолированы от земли. Исключения составляют все стыковые и междурельсовые электрические соединения, провода, соединяющие конечные муфты кабелей с рельсами, провода, соединяющие рельсы с осветительными и сигнальными приспособлениями на путях — раз они укладываются в землю на глубину не более 25 cm.

е) При рельсах, свареных в стыках, стыковые электрические соединения отпадают за исключением мест, указанных в пун. в— 2, 3 и 4.

Пояснение к § 3. —В прежних правилах не давалось никаких указаний на нормы .сопротивления рельс и было

лишь указание, что перед укладкой рельс должна быть определена их удельная производимость. Т. к. при проекте и расчете рельсовой сети, падения в ней напряжений, числа и мест присоединения обратных фидеров обыкновенно еще нет опытных данных для будущих рельс, а дальнейший пересчет и изменения при неправильных первоначально выбранных величинах могут быть и не сделаны, то мы находим полезным, как руководящую норму, указать 1,5 : A, где A вес 1 m рельса в килограммах.

Сечение рельса S через вес на погонный метр A выражается так: S $mm^2 = 128$ A kg/m, при удельном сопротивление = 0,2 получится сопротивление 1 km рельса (сплошного) = 1,5 : A.

Эта величина соответствует материалу рельс, наиболее распространенному по своему химическому составу и обработке, для которого удельному сопротивлению равно 0,19—0,2 Ω. $m/mm^2$ и удельному весу рельс = 7,6. Далее указывается, что если фактические измерения сопротивления рельс дают отклонение от этой нормы более ± 20%, то следует сделать пересчет.

Во всех прежних правилах, как высшая норма допустимого увеличения сопротивления рельсового пути, вызываемого стыками принята в 20% сопротивления непрерывного рельса, т.-е. если 1 km непрерывного рельса имеет сопротивление 1,5 : A, то тот же 1 km рельс со стыками не должен обладать сопротивлением большим, чем 1,2 × 1,5 : A.

Если принять эту норму и вести испытание рельсовых стыков прибором С Г или А Е Г по методу дифференциального гальванометра, то получим коэффициент 4, между тем, как данные 20-летней эксплоатации и испытаний рельсовых стыков Московской трамвайной сети показывают, что стыки при, измерении которых получается коэффициент более 2-х, уже требуют исправления и признаются ненадежными. Опыт показал, что теперь вполне легко иметь и поддерживать стыки с коэффициентом 2 и менее. Если принять коэффициент 2, то это соответствует увеличению сопротивления рельс стыками не на 20%, а всего на 7% при длине звена рельса 15 m. Мы думаем, что теперь техника позволяет поставить более строгую норму вместо 20%—именно 7—10%.

Коэффициент сопротивления стыка $K = \frac{\text{сопр. ав}}{\text{сопр. вс}}$ (см. рис. 1).

Сопрот. 1 m рельс (сплошных)—$r_0$, сопротивление стыка $r_c$; $bc = 1$ m, $ab = x$.

Т. к. между ногами в и с кроме стыка захватываются почти 1 m. рельс, то $r_0 x = r_0 1 + r_c$. При длине звена рельса 15 m. и учитывая повышение сопротивления на 20%, имеем $15r_0 + r_c = 12{,}15r_0$ из этих двух уравнений получим $x = 4$ m. и $k = 4$.

Задаваясь $k = 2$ и следовательно $x = 2$ из этих уравнений получим $15\ r_0 + r_c = y\ .\ 15\ r_0$ и $y = 1{,}07$, т.-е. увеличение сопротивления на 7 %.

За последнее время входит в широкое употребление сварка рельс — это обстоятельство не было отмечено в прежних правилах и вводится в настоящие, как одна из радикальных мер улучшить проводимость рельс, но так же указывается, что эта мера не исключает необходимости в электрических стыковых соединениях там где нет сварок — например, стрелки, крестовины и проч. Размер рельсовых соединений как минимальный оставлен прежний, т.-е. 80 $mm^2$, лишь уточнена еще величина поверхности контакта между рельсом рельсовым соединением — в 800 $mm^2$, т.-е. десятикратная по сравнению с сечением самого провода. Кроме того, указано еще на необходимость после установки рельсовых соединений их покрывать асфальтовым лаком.

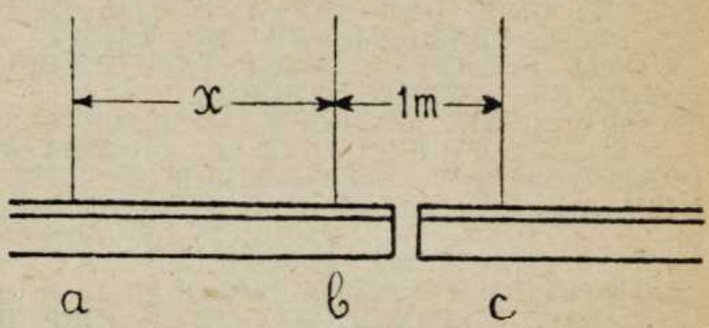


Рис. 1.

Далее, в новых правилах вводится определенность в числе междурельсовых электрических соединений.

Дальнейшие указания, касающиеся мостов и присоединенных к рельсам проводов, взяты из существующих правил ВЭС и ЦЭС.

## § 4. Напряжение в рельсовой сети.

Расчет и постройка рельсового пути должны быть выполнены исходя из условия, чтобы напряжение между двумя любыми точками рельсового пути в случае «разветвленной сети», вычисленное по средней нормальной нагрузки пути, не превышало 2,5 V. При тех же условиях, падение напряжения в «одиночной линии» не превышало бы 1 V на 1 km по прямому направлению.

При вычислении напряжения в рельсах следует учитывать влияние приключенных к рельсам всех потребителей, нормально пользующихся энергией от железнодорожной электрической сети.

К загородным линиям, проходящим по местности, где нет на расстоянии от рельс ближе 200 m никаких трубопроводных или кабельных линий, указанная норма не относится.

При кратковременных нагрузках (например, при грузовом движении) допускается большее напряжение на рельсах — именно при трех часах в сутки работы — двойное напряжение; при часовой работе в сутки — четверное.

Эти допущения имеют место лишь на тех рельсовых путях, которые не связаны с другой сетью путей более нагруженной; или же если связаны, то не могут являться проводником обратных токов из других районов.

Пояснение к § 4. Нормы этого параграфа сохранены прежние как они были и в германских правилах и в правилах УП ВЭС и правилах ЦЭС-а.

Опыт трамвайных сетей еще не дал достаточного материала, чтобы можно было изменить эти нормы. Можно лишь сказать, что те сети, где падения напряжения были удержаны в эксплоатации в границах, близких к указанным нормам, не наблюдалось повреждений от блуждающих токов. Нет основания пока ставить более жесткие нормы, тем более, что на многих трамвайных сетях еще почти ничего не сделано, чтобы удержать падение напряжения в указанных нормах.

Следует указать, что как в толковании определения этих норм, так и в определении «средней нормальной нагрузки» существует различие — говорится ли о проекте, расчете и постройке или же об этих нормах во время эксплоатации. Т. к. настоящий отдел А правил отнесен к проектированию и постройке — то здесь толкование будет дано применительно к этому случаю. В отделе Б — применительно к эксплоатации.

«Среднюю нормальную нагрузку» надлежит считать для каждого участка пути рельс, беря за участок все рельсы между отсасывающим обратным кабелем и ближайшим местом токораздела в рельсах при нахождении на путях вагонов, согласно положенного в проект нормального графика движения и средней силы тока потребляемого на этом участке вагоном.

Тогда средняя нормальная нагрузка выразится полусуммой сил токов в рельсах в месте токораздела и месте присоединения обратного кабеля. Следовательно, если на участке АВ, где А место отсасывания тока, а В — место тока раздела (примерно в середине между местами присоединения обратных кабелей), на всех путях находится по нормальному графику n — вагонов и средний ток каждого на этом участке — i ампер, то средняя нормальная нагрузка на участке АВ будет $\frac{i \cdot n + o}{2} = \frac{in}{2}$

Исходя из этой средней нормальной нагрузки и сопротивления всех рельс этого участка, определяется падение напряжения в рельсах — оно по нормам не должно быть более 2,5 или 1 V. В противном случае места отсасывания токов из рельс должны быть сближены до этих норм. Если это условие выполнено и потенциалы всех мест отсасывания приняты были одинаковыми — то выполнением только вышеуказанного требования будет удовлетворено требование правил § 4 — «напряжение между двумя любыми точками рельсового пути и т. д.». Но если при расчете были приняты потенциалы мест отсасывающих кабелей различными, то для выполнения правил § 4 надо будет после расчета проверить, чтобы во всей сети разность между максимальным и минимальным потенциалами не превышала 2,5 или 1 V.

В правилах § 4 внесено условие, чтобы учитывался ток не только моторных вагонов, но и других потребителей энергии электрической железной дороги, пользующихся рельсами как обратным проводом.

Таковыми потребителями могут быть постоянное освещение путей, постоянные электродвигатели ремонтных мастерских и постоянные сторонние присоединения к сети электрической жел. дор.; поскольку при проекте эта нагрузка может быть учтена, она должна быть прибавлена к средней нормальной нагрузке.

Хотя влияние электролиза есть функция времени и говоря точно нормы должны, были бы быть даны также как функция времени — но выполненне этого, с одной стороны, излишне усложнит расчет и применение норм, а с другой стороны, излишняя точность совершенно не будет соответствовать точности данных при проектировании. Поэтому нормы даны для всех случаев обыкновенного использования электрических железных дорог (трамваев)

в течение суток и только для случаев резкого отклонения от него допущено повышение норм в 2 и 4 раза.

В редакцию § 4 внесены по сравнению с прежними редакциями следующие уточнения: 1) подчеркнуто, что эти нормы не обязательны для вылетных загородных, обыкновенно длиных линий, раз в районе их (на 200 m.) нет чему портиться от блуждающих токов. Падение напряжения здесь может быть повышено в несколько раз без всякого опасения.

2) введено ограничение для линий с слабой по часам нагрузке (например грузовых ветвей линий) в том предположении, что эти линии, если они являются частью сети с нагрузкой более продолжительной, могут служить проводниками обратного тока и в часы, когда по ним своего движения нет. В этом случае эти линии должны удовлетворять общим нормам.

В § 4 — имеющий своей целью дать нормы при проектировании и расчете не внесены никакие указания о напряжениях между рельсами и трубами, а также о величинах блуждающих токов, их плотности на трубах или оболочке кабеля и т. п. Эти вопросы будут выдвинуты и освещены в отделе Б — «Правила контроля и надзора при эксплоатации» и это потому, прежде всего, что при расчете реальных данных для решения этого вопроса нет.

## § 5. Обратные кабели и их оборудование

1) Число, сечение и места присоединений к рельсам обратных отсасывающих кабелей определяется условием выполнения норм падения напряжения в рельсах, указанных в § 4.

2) Надо стремиться, чтобы места присоединений обратных кабелей не были по близости мест пролегания больших труб, магистралей, узлов или скопления кабелей.

3. Обратные кабели должны быть изолированными с конечной муфтой, из которой голая медная жила должна быть присоединена не к одной нитке рельс, а ко всем ниткам — так при 2-х путях — к 4-м.

4) На другом конце отрицательные кабели перед присоединением к отрицательной шине распределительного щита станции или подстанции должны быть снабжены амперметрами или счетчиками амперчасов, и могут быть снабжены регулирующими реостатами или бустерами.

Пояснение к § 5. В прежних правилах об обратных кабелях упоминается лишь вскользь, между тем правильное их присоединение к рельсам обеспечивает уменьшение вреда блуждающих токов. Поэтому здесь обратным кабелям посвящается отдельный §. Очень существенно при расчете и постройке правильно выбрать место присоединения кабель к рельсам вдали от трубопроводов и кабельной сети, т. к. районы присоединения обратных кабелей легко могут стать «опасными зонами», т.-е. трубопрововоды и брони кабелей в них могут получить положительный потенциал по отношению к рельсам. Примеры порч трубопроводов в городах Эльберфельде, Гамбурге, Страсбурге, обследованные Германской комиссией в 1904 г., и в Киеве, обследованные О. Э. Страусом в 1907 г., красноречиво говорят, что игнорировать этим указанием при постройке трамвая нельзя.

Далее вводится обязательство снабжать обратные кабели, или амперметрами или счетчиками ампер-часов. В целях удешевления устройства можно допустить установку на каждом кабеле лишь шунта, а амперметр иметь один с переключением.

Выбор между амперметром и счетчиком ампер-часов можно представить строителю. В целях наблюдения за нагрузкой обратных кабелей и регулирования роостатов удобнее амперметр; в целях же более точного и удобного получения средней нагрузки кабеля — удобнее счетчик ампер-часов.

В правилах также подчеркивается необходимость снабжать обратные кабели реостатами, которые позволили бы отрегулировать обратную сеть и перегулировать ее при изменениях нагрузок в связи, например, с изменением маршрутов или развитием сети. Особенно надо требовать снабжения реостатами коротких обратных кабелей в целях поддержания потенциалов в местах присоединения обратных кабелей к рельсам на одной высоте.

Следует особо отметить случай городов в гористой местности, где пути электрической железной дороги могут пролегать один выше другого на значительных расстояниях и не быть даже связанными между собою, но связаны с подстанцией или центральной станцией обратными кабелями, трубопровод или кабель может быть проложен в гору пересекая пути и благодаря этому являться мостом для тока обратных рельс.

§ 6. Контрольные провода и их оборудование.

1) Для регулярного контроля в эксплоатации падения напряжения в рельсах, сеть последних должна быть при постройке оборудована контрольными проводами.

2) Для сети контрольных проводов могут быть использованы как контрольные жилы обратных кабелей, так и устраиваться специальные воздушные провода (медные или бронзовые сечением не менее 2 $mm^2$).

3) Присоединение контрольных проводов к рельсу должно быть как в точках присоединения к рельсу обратных кабелей, так и в местах предполагаемого токораздела в рельсах. Контрольные провода могут быть присоединены еще также к трубопроводам в «опасных зонах».

4) Присоединение к рельсам контрольных проводов в целях получения надежного контакта производится тем же способом как и присоединение электрических рельсовых соединений и та часть контрольного провода, которая находится оголенной в земле, должна быть такого же сечения, как электрическое стыковое соединение.

2) Другие концы контрольных проводов вводятся на электрическую станцию или подстанцию и присоединяются к коммутатору, позволяющему поочередно присоединять контрольный провод к многоомному (25 000 Ω) вольтметру со шкалой (+ 10) — 0 — — (— 10) V. Один зажим этого вольтметра постоянно соединен с ближайшей к подстанции точкой присоединения обратного кабеля к рельсу. Сравнение производится по отношению к потенциалу этой точки.

6) Если железные дороги обслуживаются несколькими подстанциями или станциями, то каждая из них имеет свою сеть контрольных проводов своего района питания и, кроме того, каждые две смежных подстанции должны иметь свои контрольные провода от какой-либо общей точки того или другого района, чтобы можно было показания падения напряжения в рельсах в разных районах приводить к сравнению с одной какой-либо (центральной) точкой рельс.

Пояснение к § 6. Успешное наблюдение и учет влияния блуждающих токов всецело зависит от рационального устройства сети контрольных проводов. Поверка падения напряжения в рель-

сах не должна быть случайной, а регулярной и поэтому рельсовая сеть должна быть надежно оборудована контрольными проводами. Число их не может быть менее двойного числа обратных кабелей, т. к. на каждом участке отвода тока необходимо знать разность потенциалов между местом отсасывания тока из рельс и токоразделом в рельсах. Порядок наблюдения и нормы будут указаны в отделе В настоящих правил. Требование снабжать сети электрической железной дороги в районах трубопроводов или кабельных сетей контрольными проводами должно быть обязательным для электрической железной дороги и независимо от того, принимаются ли еще какие меры контроля и наблюдения за блуждающими токами.

В деталях присоединения контрольного провода следует обратить особое внимание 1) при присоединении к рельсам на надежный контакт и в электрическом и в механическом отношениях, поэтому нельзя допускать непосредственное присоединение тонкого контрольного провода прямо к рельсам, а необходимо его присоединить (припаять) или к концу медной жилы обратного кабеля или к более толстому проводу, например, электрическому рельсовому соединению.

2) При присоединении к трубам, надо присоединение также надежное и плотное делать непосредственно к телу трубы, но не медным частям, например, кранов, гидрантов и т. п., т. к. в этом случае может быть учитываема гальваническая пора, которая дает иногда заметное собственное напряжение. Так опыты Московского трамвая показали, что здесь напряжение может достигнуть до 0,25 V, когда по рельсам ток и не идет.

Поэтому в настоящих правилах выделен особый § о контрольных проводах.

## § 7. Чертежи и схемы.

При передаче сети электрической железной дороги из постройки в эксплоатацию, а также при всех расширениях или изменениях рельсовой сети уже во время эксплоатации электрической железной дороги должны быть составлены следующие чертежи и схемы:

1) План рельсовой сети с нанесением на нем плана сети трубопроводов и кабелей, с указанием мест присоединения обратных кабелей и контрольных проводов, а также указанием предполагаемых »опасных зон».

2) Схема распределения токов (по данным расчета) и напряжений в рельсовой сети с указанием длин, сечений и нагрузок обратных кабелей для нормальной средней нагрузки путей, сопротивлений реостатов обратных кабелей.

3) Для особо предположительных опасных мест соседства рельс с трубопроводами и кабелями чертежи в более крупном масштабе взаимного расположения как в плане, так и в разрезе с указанием способа прокладки и характера грунта.

Пояснение к § 7.— Отсутствие к началу эксплоатации и во время самой эксплоатации указанных планов и схем сильно усложняет ведение самой эксплоатации. Кроме того, надзор за блуждающими токами может привести к ошибочным выводам, если не охватывать при этом сеть или часть сети в целом и если не учитывать получаемые отклонения на эксплоатации от проектных предположений. Не сложные, но крайне необходимые требования этого § заставили внести их в правила более четко, чем были указания в прежних правилах.

## Б. Правила контроля и надзора при эксплоатации.

Защита подземных металлических трубопроводов и кабелей от влияния блуждающих токов сводится 1) к надзору за исправностью и надежным действием стыковых соединений, обратных кабелей, контрольных проводов, реостатов. 2) К контролю за падением напряжения в рельсах в пределах установленных норм и приведению этого падения напряжения к нормам при длительных изменениях нагрузок или при других изменениях, в условиях эксплоатаци (например, открытие или закрытие какой-либо линии). 3) К выявлению «опасных зон» для трубопроводов и кабелей и периодическому их осмотру.

### § 8. Надзор за состоянием стыков, обратных кабелей и контрольных проводов.

1) Раз в году все стыки должны промеряться и если сопротивление стыка будет увеличивать сопротивление звена рельс более чем на 7%—стык должен считаться плохим и быть исправлен.

2) Кроме такого общего контроля состояния стыков, поверка таковых должна производиться каждый раз как только контроль

падения напряжения на каком-либо участке укажет на повышение падения против нормы и подсчет по причине увеличившейся нагрузки этого участка не объяснит размера увеличения падения напряжения.

3) Надежность работы обратных кабелей и состояния мест присоединения их к рельсам контролируется раз в неделю вместе с производством записей ампер или ампер-часов отведенных кабелей от рельс.

Если изменение средней нагрузки кабеля по сравнению с прежней нагрузкой не может быть объяснено изменением нагрузки на линии, то уменьшение средней силы тока указывает на повреждения в кабеле или его присоединении, а увеличение силы тока — на повреждение какого-либо другого обратного кабеля, при условии неизменения реостатов.

4) Раз в неделю должны сниматься и записываться показания нагрузки каждого обратного кабеля за период рабочего времени электрической железной дороги в сутки. При этом, если обратные кабели оборудованы счетчиками ампер-часов, то снимаются показания их за этот период, если же амперметром—то показания последнего снимаются в течение всего рабочего времени за сутки через каждые 2N минут, где N число вагонов, находящихся в пути в обе стороны на 1 km пути участка.

Средняя величина из записей за месяц, т.-е. 4—5 отсчетов счетчика или из 4—5 средних за рабочее время суток отсчетов амперметра—выраженная в амперах—называется «средняя нагрузка кабеля».

5) Полученная за месяц «средняя нагрузка кабеля» служит основанием для суждения рациональности распределения токов в рельсовой сети и наносится на схемы рельсового пути.

6) Надежность работы и целости контрольных проводов поверяется раз в неделю.

Пояснение к § 8. — Правила эксплоатации требуют более подробной формулировки, почему и изложены здесь более детально.

Норма 7% в сопротивлении стыка соответствует при методе измерения дифференциальным гальванометром и расстоянии ножек над стыком в 1 m — расстояния между ножками над сплошным рельсом в 2 m, т. к. коэффициент — 2. Стыки, у которых этот коэффициент будет больше, должны считаться уже плохим или

угрожающими и т. к. испытание стыков производится один раз в году, то рискованно оставлять угрожающий стык далее без его исправления.

Под выражением в пункте (4)—«за период рабочего времени» разумеется число часов с выпуска 1-го вагона на пути по уход последнего вагона с путей.

При определении «средней нагрузки кабеля» по счетчику—его показание за сутки должно делиться на число часов «рабочего времени» для получения нагрузки в амперах. При определении по амперметру время между отсчетами взято 2 N из того соображения, чтобы отсчеты не попадали преимущественно в моменты, когда на участке или нет вагонов, или не полное число вагонов.

Принимая длину участка L км., средняя скорость вагона V km/h, промежутки между отправками вагонов $\triangle$ мин., имеем число вагонов на участке в обе стороны $C = \frac{2.60\ L}{\triangle . V}$, что дает на 1 km пути при $\triangle = 5$ мин., $V = 10$ km/h — 2,4 вагона, т.-е. в этом случае отсчет от отсчета можно делать через 5 минут и среднее из этих показаний не будет сильно отличаться от действительно средней нагрузки. При $\triangle = 2{,}5$ мин. уже отсчеты можно делать через 10 минут. Здесь нагрузка линии устойчивее. Очевидно, что при малом числе вагонов и больших скоростях рациональнее кабели снабжать счетчиками ампер-часов, ибо, например, при отправках на вылетных линиях через 15 минут и скорости 20 km/h пришлось бы записывать через 1 минуту.

## § 9. Контроль за напряжением в рельсовой сети.

1) Контроль за напряжением в рельсовой сети осуществляется так: раз в неделю, в дни, когда снимаются показания нагрузки обратных кабелей, также снимаются показания напряжений в рельсах с помощью вольметра и контрольных проводов.

Показания снимаются через промежутки времени, равные 2 N минут, где N число вагонов на участке отнесенное к 1 km. за время работы участка.

2) Ежемесячно выводится среднее напряжение каждого места рельсовой сети из средних отсчетов за дни наблюдения и все

отсчеты приводятся по сравнению с одной какой-либо постоянной точковой рельсовой сети. Средние месячные показания наносятся на схему рельсовой сети.

3) Рельсовая сеть считается благополучной в смысле блуждающих токов если а) разность средних месячных напряжений между любыми двумя местами рельсовой сети не провосходит 2,5 V для разветвлений сети и 1 V на километр прямого воздушного пути при отдельных линиях.

б) падение напряжения в рельсах на любом участке, полученное из средних месячных отсчетов, не менее 0,9 от падения напряжения в рельсах на тех же участках рельсовой сети, полученное путем расчета из сопротивления рельс и средней месячной силы тока в рельсах этого участка в предположении, что рельс изолирован от земли.

Пояснение к § 9. Нормы падения напряжения 2,5 V и 1 V сохранены прежние, как они были в правилах VII В. Э. С. и в правилах Ц. Э. С. Выполнить их для городской сети, как показывают примеры ряда трамваев, не представляется затруднительным. Понижать их, как например, было понижено для Московской сети трамваев до 1,5 V—без большой и особой надобности не надо, чтобы не удорожать для малых городов оборудования трамвая. Повышать их, как это сделано в последних французских правилах — до 1 V в среднем на 1 km городской сети и 2 V для загородных линий, также пока нет оснований. Существующие русские трамваи имеют падение в рельсах гораздо больше норм 2,5 V и будет хорошо и пока достаточно, если они понизят свои падения напряжения в рельсах до этих норм.

Кроме того, не столь опасно падение само падение напряжения в рельсах—если оно близко к расчетному, а опаснее повышение или понижение этого падения при эксплоатации и при условии сохранения прежней нагрузки, т. к. повышение указывает на ухудшение сопротивления рельсовой сети (стыки) и, благодаря этому увеличению ответвленного блуждающего тока, а понижение указывает на уменьшение сопротивления в земле и также увеличение ответвленного блуждающего тока. Поэтому то в отличие от прежних правил в настоящих внесено ограничение величины падения напряжения не только в повышении (п. 3 а), но и в понижении (п 3 б). В последнем случае наибольшее отклонение 0,9 взято из

следующего соображения: если обозначим $l_0$ — падение напряжения в рельсах при полном отсутствии блуждающих токов (рельс изолирован), l—действительное падение напряжения, т.-е. когда часть тока $i_з$ из рельс ответвилось в землю, а по рельсам идет другая часть тока $i_р$, то имеем $\frac{l_0}{l} = \frac{i_з}{i_р} + 1$; с другой стороны весь ток на участке $I = i_з + i_р$. Допуская как максимум на долю блуждающего тока 10% от I, получим, что это будет при $l = 0{,}9\ l_0$.

Прежние правила страдают неточностью выражения—что разуметь под «средней, соответствующей расписанию, работе установки, напряжение между двумя...» (VII В. Э. С. § 3 или «Электротехнические правила и нормы» издан. Главэлектро 1925 г, стр. 311 пункт Г) ибо и там и там говорится собственно о расчете при проектировании, а не о данных при эксплоатации. Поэтому потребовалось более детально и точно установить, как получаются эти средние данные и нагрузок и падения напряжений в рельсах. Разное толкование этих понятий, которое встречается пока при конфликтах о соблюдении или несоблюдении норм, основано главным образом на неточном и недостаточном выяснении в существующих правилах этих понятий и способа получения средних величин. В основу порядка получения этих величин и самой техники контроля лег двадцатилетний опыт Московского трамвая, давший очень благополучные результаты по борьбе с блуждающими токами. Далее следует отметить еще, что за нулевую точку, по отношению которой измеряется падение напряжения в рельсах, и наносится на схемы сети, следует брать место присоединения обратного кабеля с наименьшим в нем падением напряжения, обыкновенно это место присоединения ближайшее к станции.

## § 10. Надзор за опасными зонами

1) К опасным зонам относятся те участки трубопроводов и кабелей, которые являются электроположительными по отношению к ближайшим рельсам.

2) Эти опасные зоны определяются

а) из распределения потенциалов в рельсах, выявленных в ежемесячных схемах напряжений рельсовой сети (§ 9).

б) из периодических (не реже одного раза в год) измерений напряжений между трубами, оболочками кабелей и рельсами и

выяснения таким образом электроположительных зон трубопроводов и кабелей.

3) В районе опасных зон трубопроводы и кабели должны находиться под особо бдительным надзором, путем периодических их осмотров, а рельсовые пути особо тщательно проверяться по отношению выполнения пун. 3 § 9.

Пояснение к § 10.—За время, прошедшее с 1910 г., издания Германской комиссией своих предписаний (ETZ—1910 г. стр. 491), которые легли в основу и русских правил VII ВЭС и правил ЦЭС, выявилась необходимость с одной стороны особо выделить для наблюдения «опасные зоны» трубопроводов, т.-е. тех районов сетей труб и кабелей, где можно предполагать наиболее сильное и вероятное действие блуждающих токов и с другой стороны не оправдался и не нашел поддержки метод непосредственного определения плотности блуждающих токов на поверхности оболочек кабеля или труб.

Необходимость предвидеть слабые места в сетях труб и кабелей ясна сама собою и поэтому полезно в правила внести указания на способы их определения.

Введены два признака—1) по схемам распределения потенциала в рельсовой сети, на котором нанесены и сети трубопроведов и кабелей. Места вхождения токов из земли в рельсы дадут указание на места, где можно ожидать, что трубы и оболочки кабелей будут разъедаться выходящим из них блуждающим током, 2) по непосредственным периодическим измерениям напряжений между трубами и рельсами.

В этом случае играет роль не столько абсолютная величина этого напряжения, а что является электроположительным—трубы или рельсы.

Для того же, чтобы судить о величине выходящего тока, кроме знания напряжения надо знать и величину сопротивления между рельсами и трубами. Определение этой величины, а равно и определение непосредственно самой силы отходящего тока—практически сопряжено с такими трудностями для получения более или менее точных и надежных результатов, что рекомендовать их, как обязательные нельзя. Поэтому то в последних правилах, например, французской комиссии, эти измерения не введены, так же они не были введены и в русские правила VII ВЭС, после долгого обсуждения этого вопроса специальной комиссией этого съезда.

Появление в правилах ЦЭС опять этой нормы (§ 2) практически не решает вопроса, т. к. не указаны простые надежные и доступные трамваям методы определения плотности тока на трубах или оболочках кабелей.

Указанная в этом § норма 0,75 m A на $dm^2$ - очень неопределенна.

Прежде всего в первоисточнике этой нормы—в правилах Союза Германских Электротехников 1910 г., дана норма 0,74 m A на 1 $cm^2$ (т.-е. 0,00075 $A/cm^2$) т.-е. в 100 раз более тяжелая норма.

Затем не указано точно, как считать ту поверхность, для которой надо определять эту плотность и конечно какого размера брать эту поверхность, ибо плотность тока по поверхности не одинакова и на ней могут быть фокусы разъедания при средней плотности вполне удовлетворяющей норме.

Если допустить, что 1 A в 1 час разлагает 1 g железа (что в сильной степени меняется—чугунная или железная труба) и считать, что плотность тока 0,75 m A на 1 $dm^2$, то для разрушения равномерного слоя на кв. децим. толщиною в 1 mm потребуется—75 Ah или при токе 0,75 m A—100 000 часов и полагая в год работы трамвая 6 000 часов, получим 16,5 лет а учитывая колебания нагрузки 35—39 лет.

Но осмотр ряда поврежденных электролизом труб и оболочек кабелей показывают, что разъедание идет не равномерно и очень небольшая поверхность трубы, как фокус, подвергается наиболее быстрому разрушению и если в предыдущем примере фактически разрушаться будет поверхность не на 1 $dm^2$, а в 5 $cm^2$, то при той же норме труба даст свищ через 5 000 часов или 1—$1^1/_2$ года.

И так как норма на плотность тока и на разность потенциалов между трубой (кабелем) и рельсом с одной стороны ничего не гарантирует, а с другой стороны практически трудно и спорно поддается контролю—нами из правил эта норма исключена и оставлено лишь качественное указание на определение и наблюдение за «опасными зонами».

---

**Цена — 30 коп.**

**Для Членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР, Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит. № 39.035 Тираж 1700 экз. $1^1/_2$ л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

*Доклад инж. Л. Н. Бернацкого.*

## ЭКОНОМИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

Все положительные и отрицательные стороны экономики электрических дорог базируются на основном свойстве последних— стационарной генерации энергии и использовании локомотива, только как подвижной платформы для двигателей. Это влечет за собой высокую стоимость первоначального оборудования железной дороги неподвижными установками, недостаточную гибкость ее в отношении развития пропускной способности, затрудняемого ограниченной мощностью неподвижных установок и, наконец, зависимость всей линии от одной центральной станции, порча которой полностью приостанавливает движение. Эти недостатки имеют место всегда, для любой категории дорог, но значение их совершенно различно, если не для каждой дороги в отдельности, то, во всяком случае, для целых классов их. Еще разнообразнее сказывается влияние многочисленных достоинств электрической тяги на дорогах различных категорий, а потому необходимо установить хоть основные признаки последних, без чего невозможна конкретизация выводов о выгодности применения электрической тяги.

Экономика электрических дорог не может рассматриваться, как нечто самодовлеющее, а только по сравнению с дорогами, пользующимися иным, конкурирующим способом тяги; если отбросить такой мало распространенный вид тяги, как канатная, то все остальные (паровая, тепловая, аккумуляторная, конная) могут быть, в противовес электрической тяге, сведены в одну обширную группу видов а в т о н о м н о й т я г и. Это название указывает, что каждый локомотив является вполне самостоятельной единицей, питаемой генератором энергии, перевозимым внутри самого локомотива вместе с известным запасом материала для питания. Поэтому, автономный локомотив может двигаться по любому рельсовому пути без предварительной подготовки, лишь-бы не имелось м е х а н и ч е с к и х препятствий; между тем, электрический локомотив, для того, чтобы

превратиться из мертвой машины в движущее орудие, нуждается еще в надлежащей электрической подготовке линии, т.-е. в ее электрификации.

Таким образом, электрический локомотив не может переходить на другие дороги, но состав электрического поезда (включая и локомотив) может передаваться на любую дорогу, раз этому нет механических препятствий. Очевидно, что практический смысл подобная передача имеет лишь в том случае, если в пределах другой дороги подвижной состав оказывается надлежащим образом использованным, т.-е. если он по конструкции подходит для условий движения по ней и не несет на себе специальных устройств, сильно его отяжеляющих и удорожающих. Подобное определение полностью подходит к обыкновенным железнодорожным вагонам всех категорий—пассажирским, товарным, почтовым и т. д.; но мотор-вагоны сюда ни в какой мере не относятся, а между тем их широкое применение именно составляет одну из характерных особенностей электрической тяги.

Таким образом, сразу выявляется существенная разница между поездами электровозным и мотор-вагонным: в первом различным по сравнению с поездами автономной тяги оказывается только локомотив, а состав, перевозящий полезный груз, вполне индентичен с ними и может без всякого ограничения обмениваться с подвижным составом дорог, обладающих иным видом тяги. В мотор-вагонном поезде самый локомотив служит для перевозки полезного груза, причем нередко весь поезд состоит из таких локомотивов, которые, конечно, обмену с другими дорогами не подлежат уже по одному тому, что у последних нет соответствующего эквивалента для обмена, не говоря о бессмысленности пуска дорогого и тяжелого мотор-вагона в качестве прицепа на дороге с автономной тягой. Если даже в мотор-вагонном поезде имеются прицепные вагоны, то, во всяком случае, обмен их с другими дорогами лишь в исключительных случаях рационален, частью ввиду того, что обменивается лишь часть вагонов, несущих полезный груз, частью ввиду нарушения состава электрического мотор-вагонного поезда, как цельной единицы, если в его составе имеется несколько мотор-вагонов.

Очевидно, что и характер эксплоатации электрических железных дорог совершенно различен в зависимости от того, как обслу-

живаются поезда. А так как эксплоатация есть та цель, для которой вводится электрическая тяга, то мы вправе принять за основной признак разделения электрических дорог на главнейшие категории именно главнейшую эксплоатационную особенность, в соответствии с чем и установились две категории дорог: с э л е к т р о в о з н ы м д в и ж е н и е м и с м о т о р-в а г о н н ы м д в и ж е н и е м. Разумеется, иногда можно встретить дороги со смешанным движением обоих типов (особенно—в пределах пригородных участков); но в этом случае либо одно из них носит совершенно подчиненный характер, либо оба рода движения дифференцируются—на отдельных станционных парках во всяком случае, а нередко—и на отдельных ходовых путях. Эта дифференциация дает возможность рассматривать дорогу, как совокупность двух отдельных линий—с электровозным и мотор-вагонным движением; такое определение находит себе полное подтверждение в том, что на многих дорогах (пригородные участки) вводится только мотор-вагонное движение, а электровозов не применяется вовсе и целый ряд поездов (гл. обр., дальние) остается на паровой тяге.

В пределах каждой из упомянутых категорий экономический эффект электрификации будет различен, в зависимости от того, вводится-ли электрическая тяга взамен автономной на дороге уже эксплоатируемой, или уже при самой постройке проект дороги составлен на электрическую тягу. Поэтому, мы установим дальнейшее деление двух главных категорий: на дороги электрифицированные во время эксплоатации, и построенные в расчете на электрическую тягу.

Как мы уже упоминали, во всех перечисленных группах дорог основные свойства электрической тяги остаются неизменными, но экономическое значение большинства этих свойств имеет различный удельный вес не только для отдельных групп, но и для их подразделений. Рассмотрению этих-то особенностей и посвящен настоящий доклад.

## I. Дороги, обслуживаемые электровозами.

### А. Дороги, электрифицируемые во время эксплоатации.

Основными моментами экономики электрификации этой категории являются: с б е р е ж е н и е т о п л и в а и у в е л и ч е н и е

скорости по сравнению с дорогами паровой тяги*). Сбережение топлива сказывается вполне конкретно и, притом, не только на ходу, но и на стоянках; в первом случае оно обусловливается лучшей тепловой отдачей мощной стационарной централи по сравнению с малой передвижной топливной установкой на паровозе; к этому может присоединяться бо́льшая дешевизна топлива, потребляемого централью, а при водных централях тепловая энергия заменяется механической, всегда в данном случае более дешевой. На остановках получается сбережение от отсутствия растопки и траты топлива во время стоянки под парами.

Дальнейший шаг, в смысле сбережения топлива, достигается на тех дорогах, где может применяться рекуперация энергии, но основная выгода от нее выражается, благодаря уменьшению износа рельсов, бандажей и тормазных колодок, а также уменьшения угона пути.

Повышение скорости выявляется также на ходу и на стоянках. Ходовая скорость увеличивается вследствие большей мощности электровозов и отсутствия ограничения ее паропроизводительностью котла, а коммерческая скорость и скорость оборота подвижного состава повышается, помимо того, благодаря сокращению числа стоянок, уменьшению их продолжительности, бо̀льшей быстроте маневров и бо̀льшему ускорению при трогании с места. Оборот электровозов еще улучшается вследствие более простой их конструкции и отсутствию генератора энергии, что позволяет увеличить расстояние между депо и значительно сократить ремонт, с полным отбрасыванием промывки и топочной чистки.

Влияние увеличения скорости сказывается, главным образом, в повышении пропускной способности перегонов и малых станций, благодаря чему возможно отказаться от принятия таких дорогих мер, как постройка второго пути. Но одна электрификация линии в сравнительно небольшой степени способна повысить пропускную способность больших станций (конечных, узловых и распределительных); вред нерационального расположения путей и стрелок одинаков при электрической и паровой тяге, так что пропускная способность больших станций может оказаться при электрификации ниже, чем на перегонах. Чтобы этого не было, единственное

*) Сравнения с дорогами тепловой тяги мы не приводим, ввиду полного отсутствия практического опыта для них.

средство—соответственное путевое переустройство*); нужно сказать, что при электрической тяге оно значительно проще, чем при паровой, как из-за крайнего упрощения тяговых устройств, так и отсутствия необходимости в обороте головы электровозов.

Улучшение оборота подвижного состава уменьшает инвентарное наличие его, т.-е. дает очень значительное сокращение расходов; обычно это учитывается только по отношению к электровозам, но уменьшение инвентарного вагонного парка, особенно—товарного, не должно быть также упускаемо из виду.

Такие существенные свойства электрической тяги, как отсутствие пара, дыма, шума и запаха, играет весьма малую роль на дорогах, обслуживаемых электровозами; правда, оно дает существенную экономию в окраске зданий и сооружений, а также—в содержании в чистоте подвижного состава, но экономия эта настолько невелика по сравнению с остальными сбережениями, достигаемыми электрификацией, что она всегда отходит на второй план. Только для длинных тоннелей указанное свойство действительно имеет значение.

Основными моментами электрификации существующей дороги, как мы уже видели, могут быть или сокращение расходов на топливо, или повышение пропускной способности. Первый случай имеет место, обычно, там, где топливо чрезмерно дорого, хотя особо дешевая энергия на централи может также оказаться выгодной для электрификации. В общем виде условия этой выгодности выражаются формулой:

$$E_1 p_1 + e_1 T' p_2 + E_2 + e_2 T' + e_3 T' \leq S + mN + qN + Rp_3 \ldots \quad (1)$$

Обозначения формулы следующие:

$E_1$ — единовременные затраты на электрификацию, минимально необходимые при любых размерах движения;

$E_2$ — та часть эксплоатационных расходов, независимых от движения, которые имеют место только при электрической тяге (содержание рабочего провода и т. д.);

---

*) Например, французы считают, что для полного использования преимуществ электрической тяги обязательно необходимо елико возможное устранение стрелок и, особенно, встречных пересечений на приемных и отправочных станционных путях.

T′ — число виртуальных электрических тонно-километров; нижеследующие расходы отнесены на 1 виртуальный тонно-километр, считаясь пропорциональными ему:

$e_1$ — единовременные затраты, кроме постройки централей, обусловленные размерами движения (в том числе и заказ электровозов);

$e_2$ — эксплоатационные расходы при электрической тяге, зависящие от движения, кроме стоимости энергии;

$e_3$ — стоимость энергии на шинах высокого напряжения, включая проценты на капитал при постройке централи и ее амортизацию;

$p_1'$, $p_2$ — проценты на капитал, вложенный при постройке, вместе с амортизацией;

$p_3$ — проценты вместе с амортизацией на величину R;

S — сбережения в расходах, независящих от движения, получаемые при электрической тяге;

R — стоимость подвижного состава (паровозы и вагоны), а равно иного оборудования, освобождающегося после введения электрической тяги; разумеется, стоимость эта должна быть принята с учетом износа и расходов по перевозке, сборке и т. д.;

N — число паровых поездо-километров; нижеследующие расходы отнесены на один паровой тонно-километр, считаясь пропорциональными ему:

m — эксплоатационные расходы при электрической тяге, зависящие от движения, кроме стоимости паровозного топлива;

q — стоимость паровозного топлива.

Разделим теперь обе части неравенства (1) на T — число действительных тонно-километров; тогда $\frac{T'}{T} = V$, т.-е. виртуальному коэффициенту при электрической тяге; $\frac{N}{T} = \frac{1}{tn}$, где n — число вагонов в паровом поезде, t — средняя нагрузка вагона, зависящая, конечно, от условий работы дороги. Величину R можно с некоторым приближением принять пропорциональной числу действительных тонно-километров, т.-е. равной rT.

После подстановки неравенство (1) напишется в виде:

$$\frac{E_1 p_1 + E_2}{T} + (e_1 p_2 + e_2 - r p_3) + e_3 V \leq \frac{S}{T} + \frac{m}{\gamma^n} + \frac{q}{\gamma^n} \ldots (2)$$

Анализируя это выражение, мы видим, прежде всего, значительное влияние грузооборота: чем последний больше, тем меньше первый член левой части неравенства, а потому тем скорее электрификация может оказаться выгодной; правда, при этом уменьшится и первый член правой части, но он абсолютно и относительно невелик, так что мало влияет на результат. Далее, с полной ясностью выявляется значение дешевой энергии, так как последний член левой половины будет тем меньше, чем энергия дешевле; в свою очередь, дороговизна паровозного топлива увеличивает последний член правой половины, способствуя выгодности электрификации. Из числа элементов профиля главное значение имеет руководящий уклон, так как им обусловливается число вагонов в паровом поезде; чем круче этот уклон, тем меньше величина n, а, следовательно, тем больше второй и третий член правой части неравенства; до некоторой степени величина руководящего уклона влияет и на величину r, входящую с отрицательным знаком в левую часть неравенства, увеличивая ее и тем способствуя выгодности электрификации. Влияние виртуального коэффициента менее ясно, так как от него зависят члены обеих половин неравенства.

Так как неравенства (1) и (2) построены, исходя из дешевизны эксплоатации, то из них не видны те сбережения при постройке, которые достигаются при покупной энергии, благодаря отсутствию затрат на постройку центральной станции; при эксплоатации этих сбережений может и не быть, но все же нередко приходится учитывать меньшие единовременные вложения капитала и стремиться к питанию покупной энергией, раз последняя вполне обеспечивает питание станций и раз постройка своей централи не оказывается выгодной по целому ряду соображений (напр., при переменном токе, вследствие необходимости изменения числа периодов на подстанциях, что удорожает и усложняет последние, понижая при этом отдачу их).

К повышению пропускной способности дороги помощью электрификации обращаются обычно тогда, когда при паре исчерпаны все средства паллиативного характера и приходится обращаться

к очень дорогим способам: постройке второго пути, смягчению уклонов по всей линии и т. д. Электрическая тяга, повышая скорость поездов на предельных подъемах в 1,7—2 раза для товарных поездов, раза в 1,5 для пассажирских, повышает соответственно и пропускную способность перегонов; к этому добавляется сокращение по времени или даже полное выбрасывание стоянок на станциях, поскольку они сопряжены с набором воды и топлива; скорость трогания с места увеличивается, расстояние между пунктами смены локомотивов уменьшается. Словом сказать, повышение пропускной способности оказывается очень значительным—в 1½—2 раза, но при условии, чтобы узловые и распределительные станции обладали такой же пропускной способностью, без чего аннулируются все достижения электрификации. Это заставляет обратить особое внимание на путевые и сигнальные обустройства станций, подлежащие переделке там, где они не удовлетворяют требованиям повышенной пропускной способности.

Разумеется, попутно достигается и целый ряд сбережений во время эксплоатации, свойственных электрической тяге вообще; но основной момент электрификации может быть двояким — или только сбережение единовременных затрат, или суммарное сбережение, с учетом эксплоатационных расходов.

В первом случае, аналитическое выражение выгодности электрификации очень просто и выражается формулой:

$$E' + E'' \leq A \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

где E′—полная сумма расходов на электрификацию (иногда — за вычетом стоимости остающихся лишними паровозов и вагонов, с учетом их износа), кроме стоимости централи, E″ — стоимость последней, A — полная сумма расходов на усиление дороги при паровой тяге. Отсюда ясно видна выгодность покупной энергии, так как при возможности пользоваться последней член E″ становится равным нулю или, во всяком случае, очень небольшим (стоимость линии передачи).

Совершенно очевидно, что неравенство будет соблюдено тем скорее, чем труднее профиль данной линии, так как с трудностью профиля неминуемо связаны большие расходы на земляные работы и искусственные сооружения, тогда как стоимость электрического оборудования возрастает лишь немного, по сравнению с легкимпрофилем.

Если же мы желаем учесть и эксплоатационные сбережения, то к правому члену формулы (1) надо добавить $Ap_4$, где $p_4$ — проценты и амортизация строительного капитала A; в формуле (2), очевидно, следует поставить $\frac{Ap_4}{T}$; тогда имеем:

$$\frac{E_1 p_1 + E_2}{T} + (e_1 p_2 + e_2 - g p_3) V + e_1 V \leq \frac{m}{\gamma^n} + \frac{q}{\gamma^n} + \frac{S + Ap}{T} \quad (4)$$

Здесь значение грузооборота не выявляется столь ясно, как в формуле (2), так как он входит знаменателем не только в первый член левой части, но и в самый важный член правой—в последний; оно и немудрено, если принять во внимание, что условия формулы (4) имеют место лишь тогда, когда грузооборот достиг максимума, возможного для данной линии без капитальных затрат. Но значение виртуала и, тем более, предельного уклона, выступает особенно выпукло не только потому, что величина A, как уже было отмечено, обязательно увеличивается при трудных условиях профиля, но и потому, что самый момент усиления пропускной способности наступает тем скорее, чем эти условия хуже.

В результате изложенного, мы видим, что, хотя грузооборот играет огромную роль в вопросе о выгодности электрификации, но не меньшую роль играют, с одной стороны, условия профиля, а с другой—условия снабжения энергией при паре и электричестве. Даже в том случае, когда дорога электрифицируется с целью увеличения пропускной способности, т.-е. в момент достижения грузооборотом его возможного максимума, этот последний будет тем меньше в абсолютных цифрах, чем труднее профиль и чем круче руководящий уклон. Поэтому довольно часто употребляющаяся формула «электрификация становится выгодной, когда грузооборот достигнет такого-то значения»—абсолютно неверна, если ее не добавить условием: «при таком-то предельном уклоне и при такой-то стоимости топлива, считая, что последнее применяется и на централи».

В заключение следует упомянуть, что после войны за границей во многих странах (Франция, Италия, Швейцария, Швеция) электрификация сети вызывается недостатком собственного угля и нежеланием ставить себя в зависимость от привозного топлива. Этот политико-экономический момент может отчасти сыграть роль и для решения вопроса об электрификации некоторых наших до-

рог, проходящих по районам, богатым либо торфяными залежами, либо водной энергией, и находящимся в значительном отдалении от места добычи хорошего каменного угля.

### 2. Постройка вновь электрических дорог.

При электрификации существующих дорог или отдельных их участков дело идет о вполне определенных исходных величинах: все расходы дороги в отдельности известны, причем каждый участок в этом отношении может быть подробно обследован; известно также количество пассажиров и грузов, перевозимое в данный момент, а дальнейший прирост его может быть очень точно определен на основании данных прошлых лет. Словом, дорога решается на электрификацию, вполне точно взвесив все обстоятельства за и против нее; при этом, момент для введения электрической тяги может быть выбран наиболее подходящим как по финансовым возможностям дороги, так и по степени достигаемого эффекта.

Ничего подобного нет на дорогах, вновь строящихся; сравнение эксплоатационных расходов может быть на них сделано лишь довольно приблизительно, а будущая доходность всегда весьма гадательна, особенно — на ближайшие годы после постройки. А так как именно эти годы, за редкими исключениями, являются наиболее тяжелыми для дороги, потому что грузовые и пассажирские потоки только создаются в течение их, то электрическая тяга вводится в момент, наименее для нее подходящий.

Помимо того, существующая дорога тратит при электрификации сумму, только потребную на осуществление последней; строящаяся дорога должна затратить деньги и на постройку всей дороги, и на электрификацию ее. Это обстоятельство играет огромную роль для финансовой возможности постройки новой электрической дороги, и если бы оно ничем не корректировалось, то, вероятно, подобных построек почти не было бы. Но корректив в данном отношении существует и заключается в том, что постройка дороги, на которой с самого начала предположено ввести электрическую тягу, может быть значительно удешевлена. Степень этого удешевления зависит от многих местных условий и при благоприятном стечении их может оказаться настолько значительной, что сбережение в постройке превысит расходы на электрическое оборудование. Тогда введение электрической

тяги с самого начала существования дороги будет вполне оправдано, а последующие сбережения на эксплоатации только увеличат выгодность принятого решения. Обратимся теперь к рассмотрению тех сбережений в постройке, которые влечет за собой электрическая тяга.

Самое главное сбережение достигается возможностью применения б о л е е к р у т ы х у к л о н о в, а потому оно предполагает трудную местность, где помощью последних достигаются крупные сбережения в земляных работах и искусственных сооружениях.

Особенно большую роль допущение более крутых уклонов играет при проектировании длинных перевальных тоннелей; что касется подводных тоннелей, то даже при малой длине их крутой уклон на подходах является неизбежным. Можно считать, что в настоящее время все большие тоннеле под горными хребтами и все тоннеле под реками не мыслятся иначе, как оборудованными под электрическую тягу. Помимо удешевления подходов и сокращения длины тоннеля, здесь крупным фактором является отсутствие дыма, не только неудобного для поездной и паровозной бригад, для рабочих службы пути и для пассажиров, но и вызывающего крупные строительные и эксплоатационные расходы на искусственную вентиляцию. Так как электрический поезд сам служит поршнем, выталкивающим воздух из тоннеля, играя, таким образом роль вентиляторов, то искусственную вентиляцию при электрической тяге приходится вводить лишь в тех горных тоннелях, где она служит для охлаждения чрезмерно высокой температуры.

Далее, уменьшается число путей и стрелок на больших станциях, а самое устройство их упрощается; уменьшается число и площадь депо и мастерских, а стоимость 1 кв. саж. их удешеляется; отпадают многогисленные тяговые устройства на станциях, отпадает водоснабжение. Количество инвентарного подвижного состава может быть меньше даже при вышеуказанном увеличении уклона, благодаря гораздо лучшему обороту локомотивов и вагонов. Искусственные сооружения могут быть приняты более легкого типа, чем при паре, так как сцепной вес локомотивов, будь то электровозы или мотор-вагоны, может быть распределен на большее количество осей. Если бы даже для этого потребовалась двойная тяга электровозами хотя на всей дороге, ничего неудобного в этом не было-бы, а тяга несколькими мотор-вагонами есть не недоста-

ток, а определенное преимущество. Дороже может обойтись только верхнее строение, так как к нему предъявляются несколько повышенные требования, благодаря использованию его в качестве обратного провода.

Разумеется, в тех случаях, когда мы желаем данную дорогу, в виду ее исключительной важности для государства, обеспечить даже на случай порчи централи, то приходится считаться с возможностью временного применения на ней паровой тяги и обеспезения этой возможности хоть примитивными устройствами по водоснабжению и т. д. тут не все указанные сбережения могут выявиться в полной степени.

Все перечисленные выше сбережения не всегда могут оказатьея достаточными для введения электрической тяги, в виду больших затрат на нее; но ведь и последние существенно уменьшаются, если нет необходимости строить свою центральную станцию, а можно энергию покупать. Эта возможность во многих случаях оказывается решающей для выбора типа вновь строящихсядорог в той трудной местности, где так выгодны более крутые уклоны электрической тяги. Именно наличие массы водных централей в некоторых горных местностях Европы и Америки заставляет все больше и больше применять электрическую тягу для вновь строящихся там дорог, хотя бы они представляли собой короткие подъездные пути, с ничтожным грузооборотом.

Американцы, впрочем, применили еще один метод удешевления при постройке, каторгй во многих случаях может оказаться пригодным и для наших условий: дорога Chicago, Milwaukee and St. Paul в 1906 году начала продление своих линий на запад, до Тихого океана, причем ей пришлось перескать два высоких горных кряжа: Скалистые и Каскадные горы. С самого начала дорога строилась с расчетом на электрическую тягу, допустив уклоны до 0,02; однако, в первые годы после открытия движения никакого электрического оборудования дорога не делала и работала на паровой тяге до тех пор, пока грузооборот не возрос настолько, что паровое движение стало явно невыгодным. Только тогда, в 1915 г., было приступлено к электрификации дороги, а освободившиеся паровозы были переданы на восточную сеть дороги. Разумеется, при таком методе приходится тратить кое-что лишнее во время нострой ки, увеличивая число депо и мастерских, устраивая водоснабжение и т. д.;

но все эти устройства с самого начала предвидятся временными, кроме тех, которые используются и после электрификации, а потому обходятся сравнительно дешево; помимо того, число и размеры всех таких временных устройств берутся, что называется «в обрез», без того запаса, который необходимо было бы придать им при расчете на долгое существование паровой тяги.

Из всего сказанного мы видим, что постройка электрических дорог как магистрального типа, так и подъездных путей, наиболее выгодна в сильно пересеченных местностях, главным образом — в горах и предгорьях, где, помимо того, легче всего получить дешевую покупную энергию от гидроэлектрических установок. Разумеется, и здесь, как при электрификации существующих дорог, нет никакой необходимости проектировать всю дорогу электрической; вполне возможно и рационально строить одни участки в расчете на паровую тягу, и лишь те, которые в наибольшей степени отвечают вышеперечисленным условиям — на электрическую; что касается до участков, заключающих в себе подводные и длинные перевальные тоннели с подходами к ним, то введение на них с самого начала электрической тяги и соответственное проектирование их надо считать обязательным.

Совершенно особое место занимают глубокие вводы магистралей в города; сами по себе они представляют лишь короткий участок новой или, чаще, уже существующей дороги, кончающейся в пределах очень большого города. Этот участок чаще всего обслуживается не только электровозным, но и моторвагонным движением так что во всех отношениях он занимает обособленное место.

Эта смешанность движения заставляет нас рассмотреть вопрос о глубоких вводах ниже, вслед за описанием мотор-вагонного движения на пригородных участках магистралей.

Условия выгодности применения электрической тяги при постройке дороги могут быть выражены в виде формул, аналогичных приведенным выше. Здесь подобные формулы не приводятся, так как построение их вполне понятно из сказанного. Мы можем строить формулу сравнения только для периода постройки, исходя лишь из единовременных затрат, но можем учитывать в ней и эксплоатационные сбережения, причем в последнем случае в формулу входят не самые единовременные затраты, а проценты на затрачиваемый капитал и амортизационные платежи.

## II. Дороги, обслуживаемые мотор-вагонами.

Мотор-вагон служит одновременно для тяговых целей и для перевозки внутри его пассажиров и грузов; он, следовательно, заключает в самом себе целый поезд и в этом — его основное достоинство, еще повышаемое тем, что увеличение полезного груза одновременно повышает сцепной вес, который, таким образом, возрастает по мере потребности.

Теоретически мотор-вагон может перевозить что угодно, но практически винутри его перевозятся только пассажиры; оно и понятно, если учесть, какой огромный бесполезный простой приходится выдерживать товарным вагонам. Нет ровно никакого смысла заставлять бесполезно простаивать дорогое электрическое и механическое оборудование мотор-вагонов, которое тем скорее окупается, чем больший полезный пробег будет сделан каждым мотор-вагоном в отдельности. Поэтому под понятием дороги с мотор-вагонным движением подразумевается дорога с преобладающим пассажирским движением. Товарное движение, если и есть то невелико и обслуживается всегда прицепными товарными вагонами. Из последних формируется поезд, во главе которого находится или пассажирский мотор-вагон, так что поезд является товаро-пассажирским, или небольшой электровоз.

Далее, необходимо напомнить, что мотор-вагонное движение всегда является движением местным, работающим на короткое расстояние. Но даже и при этих ограничениях сфера действия мотор-вагонного движения дороги, им пользующейся, чрезвычайно разнообразна по характеру движения и техническому обустройству.

Прежде всего, дороги с мотор-вагонным движением могут быть разделены на две основные категории: трамваи, т. е. дороги, не обладающие самостоятельным полотном, и дороги с самостоятельным полотном. Движение по первым тесно сплетается со всеми прочими видами движения по улице или дороге, а потому должно обладать такими свойствами, которые не мешали бы проезду экипажей самых различных видов и проходу пешеходов по той же самой улице или дороге. Этим самым обусловливается малая скорость трамвайных поездов и малая длина их: 1 мотор-вагон без прицепа или с одним прицепом, изредка — с двумя (последнее, главным образом — на пригородных трамваях).

В дальнейшем мы не будем останавливаться на трамвайном движении, как составляющем предмет особого доклада, а рассмотрим лишь дороги второй категории, т. е. обладающие самостоятельным полотном.

Они разделяются на 4 обширных группы: метрополитэны, специальные пригородные дороги, к которым относятся и междугородние, пригородные участки магистралей и подъездные пути, к которым относятся также курортные линии.

Но независимо от принадлежности к той или иной группе, пассажирский поезд любой дороги с самостоятельным полотном, раз на ней преобладает мотор-вагонное движение, представляет собой чрезвычайно любопытную и совершенную во всех отношениях единицу, в состав которой обязательно входит несколько мотор-вагонов, и лишь на часы или месяцы мало интенсивного движения настолько сокращаемую по длине, что для обслуживания достаточен один мотор-вагон с прицепом или без него.

Единицу, обслуживаемую несколькими мотор-вагонами, в дальнейшем мы и будем называть мотор-вагонным поездом, в отличие не только от электровозных, но и от трамвайных поездов, в которых мотор-вагон не связан электрически с остальными вагонами. Современный мотор-вагонный поезд характеризуется именно этой связью, делающей из него необычайно гибкую и удобную в эксплоатации единицу. На самом деле, сколько бы вагонов, моторных или прицепных, в поезде ни было, электрическая связь проходит сквозь них всех между передним и задним вагонами, которые при обычном типе прицепных вагонов обязательно делаются моторными, причем все промежуточные мотор-вагоны, если таковые имеются, включаются в эту связь. В новейших конструкциях, впрочем, возможно расположение по концам поезда прицепных вагонов особого типа, снабженных кабинами для вожатых с полным комплектом приборов управления, тогда как мотор-вагоны располагаются в середине поезда; подобное расположение в принципе не отличается от основного, указанного выше.

Таким образом, во-первых, поезд, имеющий сколько угодно моторных единиц, обслуживается одним вожатым из кабины переднего вагона; во-вторых, этот поезд может иметь такую мощность, какая нам требуется, без пользования особо-мощным локомотивом,

так как в нем ставится столько мотор-вагонов, сколько требуется для придания поезду необходимой мощности, хотя бы для этого потребовалось составить весь поезд целиком из мотор-вагонов; в третьих, поезд по приходе на станцию не требует ни обгона, ни поворота локомотива, а только перехода вожатого из кабины одного вагона в кабину другого. Этой последней особенностью достигается полное отсутствие маневров на станциях, и, следовательно, такое упрощение станционных устройств, при минимальной длине станционных путей, которое не мыслимо при обслуживании поезда самостоятельными локомотивами, будь то паровозы, тепловозы или электровозы.

Но этого мало: возможность установки мотор-вагонов по середине поезда позволяет очень легко разбивать его на столько меньших единиц, сколько это требуется по условиям движения, не требуя для указанной цели никаких сложных маневров и обеспечивая каждой маленькой единице то-же соотношение между полным весом поезда и его мощностью, которое имело место в большом составе, рассчитанном на максимальную вместимость. Пределы подобного дробления, как уже сказано, могут быть широко варьируемы и наиболее гибким в указанном отношении является поезд, составленный целиком из мотор-вагонов, так как в нем допустимы все видоизменения состава поезда, начиная от 1 мотор-вагона и кончая максимумом, принятым для данной дороги.

А именно для дорог, относящихся к данным 4 группам, возможность быстрого и удобного членения поезда особенно важна, так как пассажирское движение на них очень неравномерно по часам дня, а в большинстве случаев — и по месяцам года. Дороги, обслуживаемые поездами с самостоятельными локомотивами, идут на встречу этой неравномерности путем сокращения числа поездов в некоторые часы и месяцы; дорога с мотор-вагонным движением может здесь итти на встречу удобствам пассажиров и своим потребностям путем пуска поездов различного состава, сохраняя более или менее одинаковые промежутки между ними. Это настолько выгодно для пассажиров, что они притекают к дороге рассматриваемого типа в большем количестве, чем к любой иной, а это, в свою очередь, дает ей лишний доход.

Всем сказанным объясняется, почему для мотор-вагонных поездов в настоящее время применяется исключительно вышеупомяну-

тая система объединенного управления поездом, называемая иначе «системой многочисленных единиц» (Multiple Unit System), позволяющая электрической тяге в данных условиях проявить максимум эффективности во всех решительно отношениях.

Ко всем тем достоинствам электрической тяге, которые имеют место на дорогах с электровозным движением, здесь добавляются еще перечисленные выше, да вдобавок получается еще одно—высокое ускорение при трогании с места. Оно имеет относительно малое значение для поездов дальнего следования, ввиду малого количества остановок, а потому ускорение электровозов лишь немногим выше, чем у паровозов (0,05 m/sec.$^2$ для товарных электровозов, 0,10 — 0,18 — для пассажирских). Совсем иную картину мы видим в местном пассажирском движении, где остановки чрезвычайно близки друг к другу; здесь быстрое трогание с места имеет огромное значение для повышения коммерческой скорости, а, следовательно, и для интересов пассажиров. Это и заставляет устанавливать для мотор-вагонных поездов ускорение от 0,35 до 0,7 m/sec., доходящее на метрополитэнах даже до 0,8 — 0,9.

Все вместе взятое заставляет нас признать мотор-вагонный поезд наиболее совершенным из поездов всех существующих типов; этим и объясняется его широкое распространение на дорогах вышеуказанных 4 групп; в некоторых группах электрическая тяга помощью мотор-вагонных поездов вытеснила все другие виды тяги и ныне является исключительно или почти исключительно применяемой на дорогах этих групп. Разумеется, условия конструкции и работы дорог той или иной группы настолько различны, что на каждой из них особо рельефными оказываются те или иные особенности электрической тяги. Именно это различие и послужило основным признаком вышеупомянутого разделения.

### А. Метрополитэны.

Метрополитэны или внеуличные городские дороги большой скорости чаще всего проводятся в тоннелях самого разнообразного типа и реже — на эстакадах. Очевидно, что для таких дорог крутые уклоны, допускаемые электрической тягой, имеют огромное значение, позволяя чрезвычайно удешевить постройку; для эксплоатации, помимо всех достоинств мотор-вагонных поездов, осо-

бенно важных в виду многочисленных остановок, частого пуска поездов, крайней стесненности станций и неравномерности движения здесь исключительно важную роль играет отсутствие дыма, шума и запаха. Опыт двух старых метрополитэнов — Лондонского подземного и Нью-Йоркского эстакадного—показал, какие страшные неудобства терпят не только пассажиры, но и все население города при паровой тяге.

В силу всего сказанного в настоящее время все метрополитэны всего мира обслуживаются электрическими мотор-вагонными поездами и, начиная с 1890 года, ни один метрополитэн не проектируется и не строится иначе, как в расчете именно на этот способ движения.

Попутно следует указать, что именно потребности метрополитэна вызвали к жизни систему объединенного управления поездом, предложенную впервые Спрэгом для Чикагских метрополитэнных линий в 1897 году.

### Б. Специальные пригородные дороги.

Эта категория дорог имеет целью обслужить живописные и здоровые пригородные районы, не обслуженные железнодорожными магистралями; у нас подобные дороги почти неизвестны, а в Зап. Европе и С. Штатах они могли возникнуть и получить широкое развитие только благодаря электрической тяге. Конечно, для дорог, обслуживающих пригородное движение, чрезвычайно важны быстрота трогания с места, простота маневров, быстрое и легкое изменение состава поезда и иные достоинства мотор-вагонных поездов; но решающей здесь оказалась возможность пуска в город пригородных поездов по трамвайным путям. Действительно, маленькая дорога, работающая только на пассажирском движении, не может позволить себе той роскоши, которую допускают магистральные дороги, в виде устройства большого вокзала, достаточно глубоко вдвинутого в город; строительные расходы на вход в город, расходы на отчуждение и сносы строений легли бы непосильным бременем на специально пригородную дорогу и обрекли бы ее инициаторов на невозможность собрать соответствующий капитал. На дорогах дальнего следования упомянутые расходы невелики относительно общей стоимости дороги, а проценты на строительный капитал распределяются на все дви-

жение по дороге, как товарное, так и пассажирское, т. е. на огромное количество тонно-километров и пассажиро-километров, составляя ничтожное добавочное увеличение себестоимости перевозок.

Между тем, пригородную дорогу необходимо возможно глубоко вдвинуть в город, так как иначе она не сможет притянуть к себе достаточного количества пассажиров. Эта возможность и дается пропуском поездов по трамвайным путям, уложенным, обыкновенно, специально с этой целью на окраинных улицах с малым движением и подводящих дорогу либо к центральной части города, либо к значительному узлу городских трамваев, что позволяет притекать к дороге пассажирам из разных концов города за недорогую плату и с достаточными удобствами.

Таким образом, вне пределов города дорога идет по самостоятельному полотну, развивая большую скорость, достигающую 60—70 km/h. в городе поезда входят на упомянутые трамвайные пути и идут со скоростью около 15 km/h.

Очевидно, что электрическая тяга наиболее пригодна для такого комбинированного движения, позволяя пускать поезда частые, но короткие, работающие без дыма, шума и запаха, не требующие никаких маневров на концевой станции. Вдобавок, огромное значение имеет малое давление на ось, так как иначе легко расстраиваются трамвайные пути; мотор-вагоны, особенно постоянного тока с распределением моторов на всех осях, очень легко это условие выпоняют при сохранении мощности, достаточной для скорого движения вне города.

В С. Штатах уже выработан более или менее стандартный тип для поездов, обслуживающих такие дороги, а именно — состав целиком из мотор-вагонов в числе 4 для часов наиболее интенсивного движения, с соответственным уменьшением в прочие часы. Этот четырехвагонный состав, повидимому, следует считать предельным, в виду прохода по городским улицам, хотя, как уже сказан , с этой целью выбираются наименее людные улицы.

Электрические мотор-вагонные поезда служат в настоящее время единственным способом обслуживания пригородных дорог со сколько-нибудь значительным движением; только изредка на первый период существования дороги, если число пассажиров на ней тогда ожидается небольшим, с целью уменьшения первоначальных

затрат допускается применение автомоторной тяги без проводов. Но этот род тяги так неподходящ для интенсивного движения, что период существования ее очень невелик, раз только дорога начинает работать с достаточной нагрузкой.

Непосредственно к специально-пригородным дорогам примыкают дороги междугородние, соединяющие два или несколько городов, взаимно тяготеющих друг к другу в силу торговых, культурных и иных интересов. Они чрезвычайно широко развились в С. Штатах, менее—в Зап. Европе, у нас же совершенно неизвестны. Междугородняя дорога представляет собою, собственно говоря, соединение двух пригородных дорог, входящих в различные города, и преследует цель—дать населению возможность быстрого, дешевого и частого сообщения между обоими городами и между ними и всеми промежуточными пунктами. Это достигается тем же способом, что и на пригородных дорога и все, сказанное о них, полностью относится к междугородним дорогам. Главная разница заключается в том, что техническая станция устраивается не в конце линии, как на пригородных дорогах, а в середине ее; помимо того, при значительной длине линии чаще пускаются скорые поезда.

### В. Электрификация пригородных участков магистралей.

На дорогах обеих предыдущих групп электрическая тяга вводится при самой постройке; на пригородных участках магистралей всегда электрифицируется уже существующая дорога, когда движение достигает известной интенсивности. При этом нет никакой необходимости в полной электрификации участка; мало того, последняя встречается относительно редко, а чаще всего дальнее движение, товарное и пассажирское, остается паровым.

В этом заключается очень важное различие от других категорий электрических дорог, как с мотор-вагонным, так и с электрическим движением. Но самая существенная разница с прочими участками магистралей заключается в следующем: задачу удешевления эксплоатации электрификация пригородных участков не ставила никогда, так как и профиль их не труден, и расход топлива для пригородного движения не велик. Что же касается до увеличения пропускной способности обычно двухпутной дороги, то электрификация достигает его, главным образом, благодаря

очень значительному ускорению движения так называемых поездов-тихоходов, т. е. имеющих частые остановки. Действительно, здесь в полной мере проявляется достоинство быстрого трогания с места мотор-вагонных поездов, позволяющего повысить коммерческую скорость участков с многочисленными остановками в $1^1/_2$—2 раза. В результате получается график, на котором наклон ходовых линий тихоходных и скорых поездов гораздо более сходен, чем на паровом графике, т. е. позволяет пропустить несравненно большее число пар поездов. Нередко оказывается возможным, благодаря этому, пропускать по одной и той же паре путей дальние и пригородные поезда, но если количество первых значительно, а вторых—очень велико, то правильнее даже при электрической тяге выделять пригородное движение на специальную пару путей, используя, при этом, для удешевления постройки более крутые уклоны, допускаемые электрической тягой на пригородных путях.

Разумеется, постройка новой пары путей повысит пропускную способность дороги и без электрификации, хотя далеко не в такой мере, как при последней. Но это касается только пропускной способности перегонов. Когда же речь идет об увеличении пропускной способности городских станций, то электрификация пригородного движения является единственным средством значительно повысить эту пропускную способность без огромных затрат на отчуждение и сносы в городе; электрификация путей дальнего следования может сделать дальнейший шаг в этом направлении, но решающее значение остается за движением пригородным, так как только в нем введение гибких и безоборотных мотор-вагонных поездов коренным образом меняет всю картину станционной работы и до крайних пределов сжимает место, необходимое для производства последней. Понятно, поэтому, что электрификация пригородных путей одновременно повышает пропускную способность и путей дальнего следования, хотя бы они остались по паре, так как она позволяет использовать для них площадь, ранее занимавшуюся путями парового пригородного движения, да и самая работа всей станции упрощается, раз будет упрощена хотя бы часть ее.

Вот это увеличение пропускной способности станций чаще всего и служит основной причиной электрификации пригородных участков; но последняя всегда одновременно влечет за собой такое последствие, которое может само по себе являться целью вве-

дения электрической тяги на упомянутых участках. Мы говорим о повышенном росте пассажиров. Электрификация отдельных трудных участков и целых линий не привлекает к дороге ни одного пуда груза, за исключением, разве, нуждающихся в ускоренной доставке, и влияние ее на повышение числа дальних пассажиров сказывается в такой малой степени, что в экономических расчетах оно абсолютно игнорируется.

Иначе обстоит дело на пригородных участках, где электрификация предоставляет пассажирам целый ряд крупных удобств, позволяя ввести график с весьма частыми поездами во все часы дня и чрезвычайно ускоряя движение, притом — в тем большей степени, чем многочисленнее короткие остановки, характеризующие собой пригородное движение; мало того, число этих остановок может быть даже увеличено без сколько-нибудь значительного удлинения времени пробега.

Не может также оказаться без влияния на публику бо́льшая безопасность движения, отсутствие дыма и запаха и несравненно бо́льшая чистота в вагонах; достаточно указать, что количество пыли, выметаемой из вагонов на некоторых дорогах, уменьшилось в 4 раза по введении электрической тяги (из одного отделения 23 грамма пыли вместо 90).

В результате всего сказанного, на электрифицированный пригородный участок стекаются такие пассажиры, которые отказались бы от поездок на том же участке при обслуживании его паром; помимо того, и число поездок на тех пассажиров, которые пользуются данным участком при паровой тяге, существенно возрастает. Опыт всего мира показал, что, электрифицируя пригородный участок, дорога может в своих экономических расчетах считать ежегодный прирост пассажиров вдвое-втрое большим, чем это имело место при паровой тяге, и что такой расчет будет еще весьма осторожным.

Этот-то повышенный рост пассажиров и делает электрификацию пригородных участков выгодной, но при том непременном условии, чтобы абсолютное количество пассажиров было достаточно велико, так как тогда и затраты на электрификацию оправдываются, и в полной мере скажутся достоинства ее, позволяющие использовать наилучшим образом подвижной состав, меняя число вагонов в мотор-вагонных поездах и перевозя последние достаточно загруженными.

Близко к электрификации пригородных участков примыкают глубокие вводы магистралей в город. Многие железные дороги при постройке расположили свои пассажирские станции на дальних окраинах больших городов, обычно — в силу финансовых соображений, не позволивших тратить крупные суммы на дорогое отчуждение и сносы. Между тем, расположение вокзала неподалеку от городского центра представляет огромные удобства его жителям и выгодно для железной дороги, увеличивая количество пассажиров на ней; последнее обстоятельство и заставило некоторые западно-европейские и американские дороги, спустя много лет после постройки, продолжить свои пути вовнутрь города, заканчивая их на станции, расположенной более центрально, чем прежние. Классическим примером таких глубоких вводов в город считаются участки дорог Орлеанской в Париже, Пенсильванской и New-York Central в Нью-Йорке.

Глубокие вводы магистралей в город не могут быть осуществлены по тому простому методу, который электрическая тяга предоставила для пригородных и междугородных дорог; если легкие и короткие мотор-вагонные поезда последних могут приходить с уменьшенной скоростью по трамвайным путям, уложенным в уровне улиц, то даже пригородные поезда магистралей имеют настолько большой состав из тяжелых вагонов и должны развивать такую высокую скорость, что для них возможность прохода в уровне улиц совершенно исключена; о поездах электровозных и говорить нечего. Глубокий ввод магистрали в город должен итти вне улиц и, конечно, не на насыпях и выемках, а в тоннелях и на эстакадах, позволяющих избежать лишних сносов и стеснения уличного движения; лишь случайно, на коротких участках, могут быть применены насыпи и выемки, откосы которых заменены подпорными стенками. И для того, чтобы возможно удешевить постройку подобных сооружений, электрическая тяга с ее крутыми уклонами является неоценимым средством; столь же важно применение электрической тяги там, где городскую станцию приходится устраивать тупиковой. Мы уже говорили, что именно эта тяга позволяет чрезвычайно упростить тупиковые станции даже при электрификации только пригородного движения; еще большее упрощение станционных устройств достигается при электрификации и дальнего движения, благодаря отсутствию необходимости поворота электровозов и постоян-

ной их готовности. Помимо того, при электрической тяге легко осуществляется устройство двухъ-ярусных станций (вверху, в уровне земли, для дальних поездов, внизу, под землей,—для пригородных), что сильно уменьшает станционную площадь и избавляет дорогу от лишних сносов и отчуждений, крайне дорогих в центральных частях города; необычайно характерен в этом отношении пример Нью-Иоркской станции ж. д. (New York Central).

Бывают, конечно случаи, когда возможно городские станции сделать проходными; лучшим тому примером служит Берлинский диаметр (Stadtbahn). В них станционные устройства настолько просты, что электрическая тяга нисколько их не улучшает по сравнению с паровой, если только станции не приходится делать двухъярусными. Но даже при проходных станциях за электрической тягой остается огромное и безусловное преимущество, а именно—отсутствие дыма, шума и запаха. Оно крайне важно для удобства эксплоатации тоннелей и тесных подземных станций, но еще более важно для города, не ухудшая его санитарного состояния. И если в прежнее время городские управления поневоле соглашались на проведение в центральной части города паровых дорог, за неимением ничего лучшего, то теперь, конечно, ни один город не позволит дороге углубиться в него без введения электрической тяги, тем более, что требования городского благоустройства и санитарии повышаются с каждым годом.

Таким образом, электрическую тягу при устройстве глубоких вводов в город надо признать не только наиболее выгодной для дороги и удобной для города, но единственно допустимой, независимо от того, вводится-ли в город только пригородное движение или, вместе с ним, и дальнее, тупиковыми-ли будут городские станции или проходными. Здесь, поэтому, выбора рода тяги быть не может; может быть поставлен лишь вопрос о выгодности и своевременности устройства глубокого ввода вообще, а раз он будет решен утвердительно, то никакой речи об обслуживании нового участка паровой тягой быть не может.

### Г. Подъездные пути и курортные ветви.

Введение электрической тяги при постройке или эксплоатации на подъездных путях с преобладающим товарным движением обуславливается теми-же соображениями, как на всякой дороге с элек-

тровозным движением. Преобладающее-же пассажирское движение имеет место, главным образом, на горных участках, привлекающих многочисленных туристов, или на ветвях курортного значения. Введение электрической тяги, как таковой, здесь дает преимущества большего уклона и меньшего радиуса кривых, т. е. удешевляет постройку, а на существующих линиях с паровой тягой, почти всегдае обладающих тяжелым профилем, удешевляет эксплоатацию; помимо того, отсутствие дыма, шума и запаха в районах, обслуживаемых дорогами рассматриваемого типа, имеет исключительно важное значение.

Мотор-вагонное движение в чистом его виде наиболее подходящее здесь, как в виду крайне резких колебаний густоты движения в пределах отделных месяцев, а также—колебаний в течение дня. Далое мотор-вагоны позволяют до крайности упростить концевые станции, что иногда имеет существенную важность, а при проходе населенных мест—применить тот-же способ, который встречается на специально-пригородных и междугородних дорогах, т. е. укладку путей в уровне улиц. Наконец, частое движение коротких мотор-вагонных поездов привлекает к ним массу экскурсантов, доставляя этим удобства публике и доход дороге.

Иногда всеми выгодами мотор-вагонного движения жертвуют для возможности установления беспересадочного сообщения; но нужно сказать, что подобная жертва далеко не всегда оправдывает себя. В самом деле, поезд с вагонами дальнего следования, перевозимыми помощью электровозов, требует значительно повышенных технических условий, что удорожает постройку, да и эксплоатация при неравномерности движения обходится дороже. И если принять все меры к обеспечению удобств пересадки в начальном пункте дороги, то вполне возможно отказаться от беспересадочного сообщения, конечно, при условии согласованности поездов, достаточного количества вагонов в них и хорошего устройства этих вагонов.

## Приложение.

Наиболее интересным примером влияния электрификации на расходы не одной дороги, а целой сети, является смета Швейцарских федеральных дорог на 1927 год.

Нужно иметь в виду, что средняя длина электрифицированных участков в 1927 г. принята в 1 150 km. (к концу его—1460 km.), т.-е. 40% общей длины казенной сети, но число тонкокилометров брутто охватит 65% общего.

| | По смете 1927 г: | Было бы при паровой тяге на всей сети. | Сбережения. | |
|---|---|---|---|---|
| | Франки. | Франки. | Франки. | % |
| Общее управление . . . | 7 853 140 | 7 853 140 | — | — |
| Сл. Пути . . . . . | 37 455 800 | 37 719 800 | 264 000 | 0,7 |
| Сл. Движения . . . . . | 192 527 000 | 104 207 000 | 1 630 000 | 1,6 |
| Сл. Тяги и мастерских . . | 99 385 380 | 115 506 087 | 16 120 000 | 13,9 |
| Разные расходы . . . . | 27 801 950 | 29 016 950 | 1 215 000 | 4,2 |
| Итого . . . . | 275 073 274 | 294 302 970 | 19 279 700 | 6,6 |

1. Расходы по сл. Пути, не считая рабочего провода, стоют примерно на 350 франков на километр дешевле при электрической тяге, чем при паровой. Правда, при первой, благодаря большому весу локомотивов, заметен большой износ рельсов на наружной колее в кривых, но это имело бы место и при более тяжелых паровозах, введение коих было неизбежным. Зато верхнее строение в тоннелях держится лучше, продуктивность труда ремонтных рабочих в тоннелях повышается, упрощается содержание навесов платформ, мостов, зданий и т. д. Нужно еще отметить, что весь полезный эффект электрификации в отношении сл. Пути далеко еще не сказался в 1927 г., почему цифра 350 фр., в дальнейшем должна быть повышена.

2. Поездные (кондукторские) бригады при 8-часовом дне дают сбережение в 1 680 000 фр., благодаря большей скорости поездов.

3. Локомотивные бригады дают сбережение в 10 425 000 фр., благодаря: а) большей мощности электровозов, позволяющей тащить поезд с весом на 40% бо́льшим и при большей скорости; б) отсутствию кочегаров (2 000 000 франков).

4. Расходы на топливо, при цене угля 38 франков за тонну (франко), были-бы 17 100 000 фр.; вычитая отсюда стоимость энергии 15 106 000 фр., имеем чистое сбережение 1 994 000 фр.

5. Смазка дает сбережений на 119 000 фр. благодаря как тому, что ее расход на паровозо-километр на 50% больше, чем на электровозо-км., так и тому, что число локомотиво-км. меньше.

6. Очистка, стоимость воды и песка оказались на 893 000 фр. дешевле.

7. Содержание и ремонт рабочего провода с принадлежностями (распределительные пункты и т. д.) обходятся в 1 576 300 фр.; содержание и ремонт подстанций и линий дальней передачи вошли в стоимость энергии.

8. Содержание, ремонт и возобновление подвижного состава дают сбережений 4 566 000 фр.

9. Баланс по №№ 3—8 дает чистое сбережение 16 120 700 фр.

10. Аренда вагонов обходится на 225 000 фр. дешевле, так как не приходится платить за иностранные угольные вагоны; расходы по пенсионным кассам, по случаю болезни и т. д. меньше на 990 000 фр., благодаря меньшим расходам на персонал поездов, локомотивов и мастерских. Эти две цифры вместе дают 1 215 000 фр.

На самом деле, эти сбережения значительно меньше, благодаря необходимости вычета из них амортизационного процента и процентов на затраченный капитал; между тем, единовременные затраты на электрификацию были очень велики, так как значительная часть заказов была сделана во время войны и после нее по весьма дорогим ценам, когда, вдобавок, деньги можно было получить только за высокий процент.

Общая стоимость электрификации к концу 1927 г. будет равна примерно, 525 000 000 франков.

Вычитая из этой суммы стоимость паровозов, которые пришлось бы приобрести, а равно субвенцию со стороны государства, Управление Швейцарских Федеральных дорог считает, что все подобные расходы, ложащиеся на них, выражаются цифрой 31 897 000 франков.

Доходы, сверх уже упомянутых сбережений, слагаются из продажи энергии от централей, процентов на капитал, полученных во время постройки и т. д., так что всего они равны 33 612 010 фр.

Отсюда чистый доход при электрической т ге равен 1 715 010 фр., которые полностью погашаются процентами на упомянутую субвенцию. Таким образом, фактически чистый доход равен нулю.

Как будто, результат не блестящий; но нужно иметь в виду, что вряд-ли на лучший можно было рассчитывать при совокупности данных условий. Основной целью Швейцарского правительства было избавление от импорта иностранного угля для железных дорог, ставившего страну в тяжелую экономическую зависимость от конъюнктуры заграничного угольного рынка. Эта цель достигнута и по окончании электрификации всей сети будет осуществлена полностью. Поставив себе указанную задачу, Швейцария не остановилась ни перед постройкой специальных железнодорожных централей, которая, конечно, легла тяжелым накладным расходом на строитетьство, ни перед заказами в то время, когда стоимость выполнения их была очень велика, т.-е. непосредственно после войны, ни перед тем, что профиль многих электрифицированных участков настолько легок, что не давал больших сбережений при эксплоатации, которые могли бы окупить единовременные затраты, ни перед тем, наконец, что движение по целому ряду линий не столь интенсивно, чтобы оправдать расходы на электрификацию. Несомненно, что последнее обстоятельство скажется всего сильнее впоследствии, когда будет электрифицирована остальная часть сети, с наименее густым движением, и весьма вероятно, что именно этим несколько задержится полная электрификация Швейцарской федеральной сети, так как второстепенные линии, конечно, существенного значения для экономики ее в целом не имеют.

Все указанные обстоятельства и привели к тому, что для данного момента чисто-денежная прибыль железных дорог свелась к нулю, тем более, что как раз с 1927 годом совпало значительное удешевление привозного угля, на которое Швейцария не рассчитывала. Но экономическое значение для всей страны электрификация дорог, конечно, имеет самое существенное.

Из предыдущего вытекает следующий логический вывод: электрификация целой сети дорог или даже отдельных дорог очень значительного протяжения должна проводиться с большой осторожностью, чтобы не дать убыточных результатов. Но электрификация отдельных участков или дорог, полностью удовлетворяющих условиям, указанным в настоящем докладе, почти всегда является предприятием рентабельным, особенно учитывая то благоприятное влияние на экономику страны, которое всегда связано с распространением пользования электроэнергией. Если бы Швейцарские

дороги расчленили свой отчет по доходности отдельных участков сети, то сразу стало бы ясным, что все они разделяются на две категории: одни—явно не подходящие для электрификации и, потому, убыточные при ее введении; другие — дающие прибыль, иногда весьма значительную, при введении электрической тяги. И для целого комплекса тех и других оказалось чрезвычайно характерно, что прибыль от участков второй категории целиком покрыла неизбежный убыток от участков, для которых электрификация была явно несвоевременной.

**Цена — 40 к.**

**Для членов Съезда — скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР., Красная ул. 1.
Ленинградский Гублит № 39.105 Тираж. 1700 экз.—2 л.

# IX ВСЕСОЮЗНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СЪЕЗД.

## *Тезисы докладов.*

### I.

### МЕЖДУНАРОДНАЯ СТАНДАРТНАЯ АССОЦИАЦИЯ И МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ.

*З. А. Паперное.*

Направление работ Международной Электротехнической Комиссии содействовало в первую очередь международному сближению электротехников.

Общая работа по стандартизации в остальных отраслях промышленности началась значительно позже. Вследствие этого произошел разрыв в работах по стандартизации по электротехнике и в остальных отраслях внутри отдельных стран.

Электротехническая промышленность первая почувствовала отрицательные результаты такого разрыва и Международной Электротехнической Комиссии принадлежит инициатива организации работ по общей промышленной стандартизации в отдельных странах.

Международной Электротехнической Комиссии принадлежит также инициатива организации Международной Стандартной Ассоциации.

Работа по промышленной Стандартизации приняла несколько иное направление, чем работа по стандартизации в области электротехники.

Это затруднило поэтому работу по соглашению двух международных организаций: Международной Стандартной Ассоциации и Международной Электротехнической Комиссии.

Первая попытка сделана была в Америке на Международном Съезде в Нью-Йорке. По поручению этой Конференции созвана была Конференция семи стран в Лондоне.

Эта вторая попытка выявила необходимость единства предварительного объединения всей работы по стандартизации внутри отдельных стран.

Комитет по Стандартизации при Совете Труда и Обороны принимал участие, как в Нью-Йоркской, так и в Лондонской Конфе-

ренциях и в настоящее время участвует в той предварительной организационной работе, которая должна привести к созданию Единой Международной Организации по стандартизации.

В связи с этим выдвигается необходимость принятия срочных мер для объединения работ по стандартизации в электротехнике и в остальных отраслях промышленности в СССР.

Предстоящая Международная Конференция в Италии должна окончательно разрешить вопрос о создании Международной Стандартной Ассоциации и о ее взаимоотношениях с Международной Электротехнической Комиссией.

Объединение работ в СССР значительно укрепит наше положение в международных организациях и даст возможность расширить поле деятельности Международной Стандартной Ассоциации.

---

## II.

## «ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ОБЛАСТИ».

*Инж. С. П. Стафрин.*

### А. План и характер Электрификации Центрально-Промышленной Области.

I. Центрально-Промышленная Область (ЦПО) имеет огромное значение в промышленной жизни всей страны. Ее основная, текстильная, промышленность в послереволюционный период получила еще больший удельный вес и значение, чем это имело место до войны.

Особенности этого рода промышленности, темп ее развития, состояние фабричных производств и силовых установок в значительной степени предопределяют темп и характер развития электрификации области, и план последней должен быть, и не может не быть согласован с планом текстильной промышленности.

II. Ряд неопровержимых факторов (размер вложений в основной капитал промышленности, расход топлива на промышленность и транспорт, мощность силовых установок, стоимость выпускаемой продукции и проч.) определяющих место области в промышленной жизни страны, одновременно и столь же твердо устанавливает роль областной электрификации, как базы не только закрепляющей

современное положение промышленности, но и обеспечивающей возможность дальнейшего и мощного ее развития.

III. Промышленность ЦПО является основной и старой промышленностью государства.

Состояние ее силового оборудования в значительном ряде случаев является устарелым, а иногда совершенно изношенным, а потому темп развития электрификации области ни в какой степени не может быть сопоставлен с темпом естественного роста промышленности. Темп развития электрификации, по крайней мере в ближайшие годы, должен быть и будет быстрее роста промышленности. В противном случае трудно будет остановить переоборудование фабрично-заводских силовых установок, которое, при отсутствии достаточно развитых сетей районных станций, зачастую может вылиться в формы совершенно нерационального строительства, в действительности имевшее место в тех районах Союза, где на ряду причины (отсутствие проработанного плана, временной задержки роста промышленности, отсутствие средств и проч.) электрификация своевременно не получила должного развития.

IV. Город Москва, являясь не только центром ЦПО, но культурным, общественным и торговым центром всего Союза, в настоящее время оказывает большое влияние на характер нагрузки и мощность современных районных станций области, однако, наличие в области мощной промышленности, до последнего времени работавшей на собственных силовых установках, присоединение коей к сетям районных станций намечается в ближайшие годы, должно резко отразиться на характере электрификации области, усилив ее промышленный уклон. Современная коммунальная нагрузка остальных городов незначительная и еще менее значительная-сельская — не могут в своем развитии за пятилетие оказать сколь-либо заметное влияние на темп и характер областной электрификации и их планы не могут не быть увязаны с планами электрификации промышленной.

### Б. Топливные и другие энергетические базы электрификации.

V. Империалистическая и гражданская войны, обострившиеся резким топливным голодом, во всей полноте выдвинули на разрешение топливную проблему области, особенно для промышлен-

ности и транспорта ранее снабжавшихся почти исключительно привозным топливом (если не считать дров).

Относительно высокие цены, имеющие место в области даже на местное низкосортное топливо, выдвигают на первое место вопросы, связанные с наиболее рациональным его использованием, что должно найти полное отражение в плане электрификации.

VI. Наличие в области ряда производств, могущих в качестве отброса дать значительное количество силовой энергии, иногда излишней для самого производства должно быть также учтено планом электрификации, однако, это обстоятельство ни в какой степени и ни в каком случае не должно служить тормазом широкой районной электрификации; она имеет первоочередное значение, так как обеспечивает электрической энергией всю промышленность округа в целом в том числе и предприятия, могущие вырабатывать отбросную энергию, впередь до того момента, когда необходимое для такой выработки преоборудование силового хозяйства предприятий с плановой и экономической стороны будет признано своевременным и целесообразным.

VII. Топливные базы электрификации.

а) Дрова. Дрова, составляя в хозяйственном обиходе в области основное топливо для силовых установок промышленности, могут явиться топливом лишь в отдельных, исключительных случаях и во всяком случе таковым не могут быть на районных станциях.

б) Торф. Торф должен служить одним из основных видов топлива районных станций. Залежи торфа распространены, главным образом, в северо-восточной части области, иногда они лежат мощными массивами, обеспечивающими районные станции на десятки, а в иных случаях (Оршинский Мох), на сотни лет. Характер распространения торфяных залежей и их мощность должны быть приняты во внимание не только при сооружении районных станций, но и при реконструкции промышленности, тесно связянной с электрификацией, в силу чего дальнейшее обследование торфяных массивов области должно считаться одной из важных и срочных задач.

в) Уголь. Наличие в южной части области мощных массивов подмосковных углей, низкосортных, и в общем мало транспортабельных (особенно низкие сорта), выдвигает вопрос об исполь-

зовании их на месте добычи, что облегчается современными успехами сжигания угля в пылевидном состоянии. Однако, при громадных теоретических исчисленных запасах этого угля, разведанные и достоверные запасы его исчисляются в сравнительно незначительных количествах, затрудняющих разрешение очередных вопросов, связанных с проектированием районных станций области.

Таким образом, принятие мер к углублению исследовательских работ в Подмосковном бассейне также становится жизненно необходимой задачей.

VIII. Отбросная энергия. Использование этого вида энергии по характеру промышленности области (красильное, печатное, отделочное производства) будет иметь относительно большое место в электрификации и особенно в Московском, Иваново-Вознесенском и Владимирском районах. С плановой стороны это использование является вполне целесообразным, но при непременном условии увязки с планами районной электрификации.

IX. Теплофикация, понимаемая в смысле отопления городов и поселков, теплом, отходящим от двигателей электрических станций.

Наличие в области такого города, как Москва, ставит вопрос об его теплофикации на совершенно реальную почву. Значительные колебания зимнего и летнего максимума нагрузок Москвы позволяют легко увязать работу машин связанных с отопительной системой любой мощности, практически могущей иметь место, несмотря на сезонную работу этих машин.

### Г. Районные станции.

X. Указанные выше энергетические возможности—получение отбросной энергии на некоторых фабричных производствах и от теплофикации г. Москвы ни в какой степени не могут умалить значения районной электрификации, наоборот, районная электрификация в этом случаее получает исключительное значение, так как благодаря ее наличию могут быть использованы все выгоды связанные с использованием отбросной энергии теплофикации.

XI. Московские районные станции. Темп развития Московских районных станций базируется, главным образом, на электрификации текстильной промышленности Московского района. Предполагается, что в текущем пятилетии к сетям районных станций

должна присоединиться основная масса промышленных предприятий Московского узла, после чего темп электрификации промышленности должен замедлиться. Однако, замедление темпа промышленной электрификации в значительной степени должно компенсироваться намечаемой электрификацией пригородного движения Московского узла и т. д.

Новые районные Московские станции — Шатурская и Каширская, — допускающие возможность большего расширения в течение пятилетия, должны принять на себя главную мощность новых присоединений. Разрешение вопроса о постройке новой подмосковной централи в конце этого или в начале следующего пятилетия, будет зависеть, главным образом, от темпа электрификации пригородного движения и развития новых производств в районе.

XII. Балахнинская (Нижегородская) станция.

Развитие Балахнинской станции в отличие от других станций области не связывается с текстильной промышленностью, которая здесь имеет значение второстепенное.

Электрификация металлостроительной группы Сормовского и Нижегородских заводов, развитие химической промышленности Растяпинского района, присоединение Прионского Горного Округа и Павлово-Вачского кустарного района предопределяют темп развития Балахнинской станции.

Незначительная современная нагрузка станции, объясняемая неподготовленностью к электрификации потребителей района, ни в какой степени не характеризует будущую нагрузку станции. Промышленная мощь района и создание новых производств близ Балахнинской станции дают твердую уверенность, что в ближайшие же годы она окажется одной из мощных районных станций Союза:

XIII. Иваново-Вознесенская районная станция. Благодаря наличию в Ивановской губернии мощной группы текстильной промышленности, еще в период военного коммунизма был выдвинут вопрос и приступлено к подготовительным работам (впоследствие приостановленным) по сооружению станции в Ивановском районе на торфяных болотах.

Современное состояние силовых установок и рост промышленности района таковы, что постройка районной станции не может

быть далее откладываема, тем более, что наличные запасы мощных торфяников губернии обеспечат работу станции на много десятков лет. При проектировании районной станции и в плане ее развития необходимо учитывать основные черты Ивановской промышленности, в значительной своей части состоящей из ситце-печатных и отделочных фабричных производств, позволяющих получить достаточно большую мощность отбросной электрической энергии.

XIV. Ярославская станция. Ярославская (Ляпинская) станция, в современном своем состоянии, ни в какой степени не может удовлетворить потребностей района, однако, наличие достаточно мощной промышленности в районе ставит вопрос о придании ей значения районной с соответствующим развитием мощности, но недостаточные топливные рессурсы и неудобное расположение станции ограничивают возможность ее развития до размеров прочих районных станций области.

## XV. Сети районных станций.

В виду намеченного мощного развития районных станций и распространения сетей на большие расстояния совершенно очевидным является вопрос объединения работы станций на одну общую сеть. Это объединение даст ряд преимуществ, как-то: позволят отказаться от резерва мощности на каждой из районных станций и поведет к уменьшению мощности машин районных станций и проч.

Объединение сетей позволит передавать значительные мощности от одной станции в район другой и обратно, причем связанные с этой работой неудобства могут быть устранены путем устройства синхронных компенсаторов.

Естественно, что при условии нормальной работы, на периферию обслуживания районных станций желательно передавать возможный минимум энергии, в силу чего в этих пунктах целесообразно развитие таких отраслей промышленности, которые могли бы давать отбросную энергию на силовых установках некоторых из этих производств целесообразно допускать известное развитие конденсационной мощности.

**План развития мощности отдельных районных станций по ЦПО в тысячах киловатт.**

| Намменование Районных Электрическ. Станций. | Установленная мощность в тыс. киловатт. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | На 1/X 1926 г. | На 1/X 1927 г. | На 1/X 1928 г. | На 1/X 1929 г. | На 1/X 1930 г. | На 1/X 1931 г. | На 1/X 1932 г. | Увелич. мощности с 1/X-27 по 1/X-1932 г. |
| Московск. р-н. | | | | | | | | |
| 1-я Московск. . . . | 66 | 58 | 93 | 93 | 107 | 107 | 107 | 49 |
| 2-я Московск. . . | 18 | 40 | 40 | 40 | 51 | 64 | 64 | 24 |
| Им. Классона. . . . | 36 | 36 | 36 | 36 | 52 | 52 | 52 | 16 |
| Шатура . . . . . | 32 | 48 | 92 | 130 | 130 | 130 | 130 | 82 |
| Кашира . . . . . | 12 | 12 | 34 | 78 | 122 | 122 | 122 | 110 |
| Нов. мощн. ст. . | — | — | — | — | — | 44[1]) | 88 | — |
| Итого. . | 164 | 194 | 295 | 377 | 462 | 519 | 563 | 369 |
| Нижегор. р-н. | | | | | | | | |
| Балахн. ст. . . . . | 20 | 20 | 64 | 86 | 108 | 108 | 108 | 88 |
| Ив.-Возн. р-н. | | | | | | | | |
| Ивановск. ст. . . . . | — | — | — | — | 22 | 44 | 88 | 88 |
| Ярославск. р.-н. | | | | | | | | |
| Ляпинская [2]) . . . . | — | 5 | 8 | 19 | 19 | 19 | 19 | 14 |
| Итого. . . | 184 | 219 | 367 | 482 | 611 | 690 | 778 | 559 |

[1]) Предположительно:—год вступления в работу этой станции еще не установлен.

[2]) Здесь указано ранее намеченное развитие Ляпинской станции: в действительности, развитие мощности этой станции должно быть большее.

## III.

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СВЯЗИ С ЕЕ РАЗВИТИЕМ И РЕКОНСТРУКЦИЕЙ.

*Инж. М. Л. Каменецкий*

1. Развитие промышленности и себестоимость ее продукции в значительной степени зависят от состояния топливной промышленности.

2. Развитие и реконструкция топливной промышленности может и должна итти по пути широчайшего применения электрической энергии.

3. Применение электрической энергии при проходке шахт и бурении в настоящее время практически осуществлено и этим способом можно достигнуть ускорения темпа развития угольной и нефтяной промышленности.

4. Угольная промышленность, где выше 50% себестоимости составляет рабочая сила, может понизить стоимость своей продукции только путем механизации всех процессов производства. Основными процессами являются выемка, транспорт и водоотлив. Применение электрической энергии для последних двух процессов не вызывает в настоящее время сомнений. Следует признать также вполне рациональным применение электроэнергии при выемке угля. Применение врубовых и бурильных машин с электрическим приводом приобретает все большее значение.

5. Применение электрической энергии в газовых шахтах не представляет опасности при условии установки специального оборудования и точного подчинения существующим на этот счет правилам безопасности.

6. Нефтяная промышленность, основные процессы которой (не считая бурения) сводятся почти исключительно к перекачиванию жидкости, является чрезвычайно благоприятным объектом для электрификации. Переоборудование бакинских промыслов глубокими насосами в кратчайший срок было осуществлено благодаря применению к ним электрического привода.

Концентрация промыслов дает возможность осуществить электрификацию без затраты значительных средств.

7. Экономическое значение электрификации в угольной и нефтяной промышленностях в настоящее время еще недостаточно

выявлено, благодаря своеобразному построению калькуляции себестоимости. Для выяснения значения энергетического фактора в себестоимости угля и нефти и влияния на него электрификации, необходимо при калькуляции себестоимости выделять энергетическую слагаемую себестоимости и подразделять ее на электрическую энергию и проч. виды энергии.

8. Производство электрической энергии как в угольной, так и особенно в нефтяной промышленности должно быть по возможности центрировано, там же, где представляется возможным использовать на месте газы, отработанный пар, отбросы производства и пр., следует признать целесообразным постройку местных станций при непременном условии включения их в общую сеть.

9. Условия работы и чрезвычайное значение топливной промышленности требуют такой организации ее электроснабжения, при которой непрерывная подача тока должна быть обеспечена в полной мере.

---

## IV.

## «СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ТРАМВАЕВ В СССР В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПОСТРОЙКИ НОВЫХ ТРАМВАЕВ».

*Инж. П. К. Пешекеров.*

### 1. Средства сообщения общего пользования и большие города.

1. Средство сообщения общего пользования—необходимое условия для развития и существования крупных городов в настоящее время. Средства сообщения и жилищная проблема в таких городах. Городские электрические железные дороги или электрические трамваи, как наиболее распространенные средства сообщения в настоящее время, как за границей, так и у нас, за исключением только так называемых «мировых центров».

3. Рост городского населения в дореволюционной России до мировой войны и в СССР в настоящее время. Рост населения в больших городах (имеющих более 100 тысяч жителей) и увеличение числа таких городов в настоящее время по сравнению с дореволюционным периодом. Рост населения в Москве.

### 2. Прошлое наших трамваев.

1. Число трамвайных предприятий в дореволюционной России и рост их по десятилетиям. Трамваи в крупных и мелких городах. Частные концессионные (бельгийские) и муниципальные предприятия. Характер развития трамвайных предприятий в прошлом: преобладание трамвайных предприятий в руках частных обществ и причины этого явления. Начало постройки муниципальных предприятий и причины слабого их развития.

2. Влияние общеевропейской и гражданской войны на состояние трамвайных предприятий и их работу: расстройство технических сооружений этих предприятий и чрезмерный рост числа перевезенных пассажиров в период с 1914 на 1916 г.; дальнейшее расстройство с 1916 г. по 1918 г. и окончательный развал их с 1918 по 1921 г. Основные факторы, давшие толчок к восстановлению трамвайных предприятий с 1921 года: 1) введение новой экономической политики и установление платности перевозок и 2) установление твердой валюты и как следствие — правильная тарифная политика.

### 3. Рост населения в городах, где имеются трамваи в прошлом и настоящем.

1. Статистика населения с 1897 г. по 1926 год: прирост населения с 1897 по 1914 г., убыль его с 1914 по 1923 г. и прирост с 1923 по 1924 г. Детальные данные по городам; прирост в одних городах и убыль в других. Перераспределение населения в настоящее время по сравнению с прошлым — как следствие изменившихся социальных условий вообще, и роль отдельных городов в жизни страны в частности.

### 4. Работа трамваев в настоящее время по сравнению с довоенным периодом.

1 Суммарные данные о числе трамвайных предприятий, количестве населения, количестве перевезенных пассажиров и числе поездок на жителя в год в довоенное время и за последние 7 лет— с 1920 г. по 1926 г. Детальные данные по 22 городам, за один из довоенных городов, за 1922/23 и 1925/26 г.г. Значительно более быстрый темп роста числа перевезенных пассажиров и годовых поездок в настоящее время, чем темп роста самого населе-

ния, по сравнению с довоенным временем. Колоссальный рост числа перевезенных пассажиров и числа годовых поездок за последние 2—3 года.

2. Обзор работы трамваев в крупных и мелких городах. Графики роста перевезенных пассажиров в Москве, Ленинграде и некоторых крупных городах за 20-летний период, т.-е. с 1906 г. по настоящее время. Основные причины сдвига в работе трамвайных предприятий в настоящее время по сравнению с довоенным положением (график № 4).

**5. Состояние основных элементов трамвайных сооружений.**

1. Подвижной состав. Данные об инвентарном количестве вагонов и вагонов выпускаемых в движение в настоящее время и в довоенное время. Процент использования и число перевезенных пассажиров одним вагоном в довоенное время и за последние три года. Напряженная работа подвижного состава вследствие роста пассажиров и недостатка вагонов. Заказ новых вагонов и комплектов электрического оборудования и затруднения, встречаемые в этом отношении: отсутствие кредитов и ограниченные производственные возможности наших заводов. Заграничный заказ.

2. Рельсовый путь. Расстройство рельсового пути и специальных частей (стрелок и крестовин) за годы войны и разрухи. Влияние этого расстройства на подвижной состав и успешность эксплоатации; сокращение эксплоатационной скорости. Состояние рельсовых путей еще в 1925 году в 11 городах требовало на 50—60% протяжения сплошной смены рельс, в 23 городах 10—50% и только в 4 городах на предприятиях недавней постройки,—состояние путей было вполне удовлетворительным. Попытки трамвайных предприятий с 1923 года к восстановлению рельсовых путей и встречаемые затруднения вследствие недостатка средств, а также прекращения нашими заводами прокатки желобчатых рельс—отсюда сокращение в эти годы длины эксплоатируемых путей. Возобновление заводами прокатки рельс в 1924—25 году и начало капитального ремонта путей во многих предприятиях с этого времени. Термитная сварка рельсовых стыков и влияние ее на эксплоатацию. Расширение трамвайной сети во многих городах в рабочие окраины, фабрично-заводские поселки и вообще загородные участки. Цифровые данные за 3 последние годы.

### 6. Потребление электрической энергии трамвайными предприятиями.

1. Годовое потребление электрической энергии в трамвайных предприятиях за последние 3 года и по сравнению с довоенным временем. Потребление энергии трамваями в 1925—26 г. в % отношении к потреблению энергии всей промышленностью СССР. Потребление энергии на измерителя (т.-е. на вагон—километр) и в отдельных предприятиях. Основные элементы, влияющие на потребление энергии на измерителя; профиль путей, кривые, вес вагона, чистота путей, время года, управление вагоном, частота остановок и проч. Стоимость энергии в трамвайных предприятиях: средняя и колебание по отдельным предприятиям. Доля расхода на электрическую энергию в общей сумме валовой эксплоатации расхода в разных предприятиях и в среднем по всем предприятиям.

### 7. Финансовые результаты эксплоатации.

1. Валовые эксплоатационные доходы и расходы по всем предприятиям и средний коэффициент эксплоатации. Распределение эксплоатационных расходов на заработную плату, электрическую энергию и другие расходы (на материал, общие хозяйственные расходы и проч.). Колебание этих расходов по отдельным предприятиям. Расходы на восстановительные работы и отчисления на амортизационный фонд. Расходы на новые строительные работы и отчисления на другие коммунальные нужды.

### 8. Будущее трамваев СССР.

1. Расширение сети существующих трамваев.
а) Факторы, влияющие на развитие существующей сети трамваев. Увеличение селитебной площади городов; включение пригородов в городскую черту. Строительство рабочих поселков на окраинах городов. Недостаточная развитость существующей сети трамваев: одиночные пути с разъездами. Рост населения городов и увеличение подвижности населения.

б) Предположение о размерах ежегодного прироста существующей сети в зависимости от наличия средств на расширение и роста производительности заводов Металлургической промышленности.

в) Цифровые данные и конкретные примеры развития существующих сетей в разных трамваях.

2. Увеличение подвижного состава. Недостаточность подвижного состава в прошлом. Острый кризис в нем в настоящее время. Увеличение сети существующих путей требует увеличения числа курсирующих вагонов. Предполагаемое ежегодное увеличение числа вагонов в действующих предприятиях в зависимости от производительности вагоно-строительных заводов и наличия свободных средств.

3. Новые трамваи в тех городах, где их до настоящего времени не было. Перечень городов СССР с населением свыше 50 000 жителей и не имеющих трамваев. Общая численность населения этих городов. Трудности пути организации нового строительства трамваев. Автобусный транспорт и влияние его на развитие нового строительства трамваев. Предположения о новых трамваях на ближайшее время (до 1935 года).

4. Потребность в главных предметах трамвайного оборудования на ближайшее время. Размеры этой потребности для нужд восстановления и расширения и новых трамваев: рельсы, вагоны, провода, кабели. Потребность в увеличении мощности существующих электростанций и подстанций. Необходимые средства. Возможность удовлетворения потребностей трамваев промышленностью СССР.

5. Предполагаемые результаты работы трамваев на ближайшее время. Увеличение населения городов: рост числа поездок на 1 жителя в год; рост числа перевезенных пассажиров; увеличение количества потребляемой энергии, в соответствии с предполагаемым восстановлением, расширением и строительством новых трамваев.

## 9. Заключение.

Экономическое восстановление страны, дальнейшее развитие ее в сторону индустриализации даст еще более сильный толчок процессу концентрации населения в городах и создания больших населенных центров. Поэтому потребность в средствах сообщения в будущем еще больше усилится и вызовет необходимость в увеличении трамвайной или автобусной сети в тех городах, где они существуют и создании таких сетей в других.

Представленный нами 10-летний предполагаемый план развития трамваев в СССР является чисто ориентировочным. Этот план показывает только тенденцию этого развития на основании прошлого и настоящего, нисколько не претендуя из возможность его осуществления по годам. В зависимости от общего внутреннего и внешнего положения страны и темпа ее индустриализации этот план возможно осуществится более быстрым темпом или, наоборот, замедлится. В частности, развитие наших трамваев более тесно связано с положением и развитием металлической и электротехнической промышленности.

---

## V.

## РОЛЬ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В РАЗРЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В БОЛЬШИХ ГОРОДАХ И ПРОЕКТ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА.

*Инж. А. В. Гербко.*

1. Правильная организация и фукционирование пассажирского транспорта в больших городах являются необходимым условием развития культурной и общественной жизни населения.

2. Рост территории и населения больших городов вызывает в последних необходимость быстрой переброски значительных людских потоков.

3. Низкая скорость сообщения и ограниченная провозоспособность трамваев и автобусов являются причиной широкого распространения в больших городах внеуличных городских железных дорог большой скорости—метрополитенов.

4. Несмотря на широкое развитие трамвайных и автобусных сообщений, сеть линий метрополитенов и количество перевозимых ими пассажиров с каждым годом увеличивается.

5. В последние годы городские метрополитены сооружаются почти исключительно подземного типа.

6. В настоящее время практика постройки метрополитенов выработала два основных типа туннелей. Выбор типа должен определяться в каждом отдельном случае экономическими соображениями.

7. В Москве уже в настоящее время трамвай и автобусы не справляются с перевозкой по наиболее оживленным направлениям пассажирских потоков, а теснота главных московских улиц и значительное экипажное движение ограничивают возможность дальнейшего широкого развития по ним трамвайного и автобусного сообщений.

8. Исключительно быстрый рост пригородного движения на жел. дор. Московского узла, осуществляемая электрификация движения на Северных и М. Казанской ж. д. и предстоящий пропуск до Каланчевской площади поездов М. Курской и М. Нижегородской ж. д. заставляют предвидеть на Каланчевской площади на которую будет попадать до 60% от всех пригородных пассажиров Московского узла, не далее 1930 года громадный наплыв пригородных пассажиров.

9. Пригородные пассажиры вместе с чисто городскими пассажирами Каланчевско-Сокольнического района образуют к 1930 году настолько мощный поток, направляющийся к Центру, что для перевозки его провозоспособность трамваев и автобусов окажется совершенно недостаточной, почему к указанному сроку, помимо трамваев и автобусов, должна быть открыта для эксплоатации и линия метрополитена, которая намечена от Каланчевской площади через Красные ворота вдоль Мясницкой до Свердловской площади.

10. Рост движения на других артериях г. Москвы не позволяет ограничиться постройкой первоочередной линии Центр-Каланчевская площадь, почему немедленно, вслед за осуществлением первой линии, намечается постройка линий: Охотный ряд—Тверская—Тверская застава и Свердловская площадь—Моховая—Воздвиженка—Арбат—Смоленский рынок.

11. Проект первоочередной линии Московского метрополитена Центр-Каланчевская площадь разработан одновременно в двух вариантах: п/отделом по разработке проекта метрополитена при МГЖД с применением парижских типов подземных сооружений и германской фирмой Сименс-баунион с применением Берлинских типов.

12. Московский метрополитен, постройка которого совершенно необходима для нужд городского транспорта, явится в то же время и весьма рентабельным коммерческим предприятием.

## VI.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ПОСТОЯННЫЙ И В ЧАСТНОСТИ ПРИМЕНЕНИЕ РТУТНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ.

*Проф. С. И. Курбатов.*

1. Возможные способы питания электротяговых установок током (общие районные электрические станции и специальные станции).

2. Типы преобразователей для трансформирования переменного тока в постоянный. Характерные особенности различных преобразователей.

3. Ртутные выпрямители. Основы их устройства. Соотношения между токами и напряжениями. Коэффициент мощности и коэффициент полезного действия.

4. Сравнительные качества ртутных выпрямителей и одноякорных преобразователей. Недостаток тех и других. Их положительные свойства.

5. Защита преобразовательных подстанций от коротких замыканий в линиях постоянного тока.

6. Автоматизм и полуавтоматизм в управлении подстанциями.

7. Выбор преобразователей в наших условиях.

---

## VII.

## ТРАМВАЙНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СТРОЯЩЕЕСЯ В СССР В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ ТРАМВАЙНОГО ДЕЛА В ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ.

*Инж. Б. Б. Гартенштейн.*

Программа доклада.

1) Вопросы нормировки в связи с новой фазой развития трамвайного дела в Западной Европе.

2) Развитие русского строения трамвайных электродвигателей, достигнутые результаты.

Типы трамвайных электродвигателей, строящихся в СССР, их данные в области применения. Новейшие типы западно-европейских трамвайных электродвигателей. Перспективы дальнейшего

развития двигателестроения в СССР в связи с развитием трамвайного дела за границей.

3) Новые контроллеры, построенные в СССР, и их данные. Новейший тип контроллеров в Западной Европе.

4) Аппараты для оборудования трамвайного вагона производства заводов СССР и некоторые особенности в аппаратуре и проводке новейших западно-европейских трамвайных вагонов.

5) Подвесочный и изолировочный материал для оборудования рельсовых путей верхним проводом производства заводов СССР. Новшества в этом материале в Западной Европе.

---

## VII.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЖЕКТОРОВ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ.

(Освещение заливающим светом).

*Инж. Б. И. Луговской.*

1. За последние годы за границей и особенно в Америке прожекторы нашли себе широкое применение для освещения, так называемым, заливающим светом больших пространств, мест для ночных работ, железнодорожных путей, аэродромов, верфей, доков, фасадов зданий, вывесок, объявлений, дорог, оград и т. п.

В будущем это освещение обещает найти еще большее применение.

2. Для освещения заливающим светом, обычно применяются малые прожекторы с отражателей диаметром 25—35 cm. и с лампой накаливания.

3. Сравнительные подсчеты показывают, что этот способ освещения значительно экономичнее обычного освещения и дает более приятное зрительное впечатление.

4. Поставленные автором в текущем году опыты применения для освещения заливающим светом существующих у нас фаров и прожекторов показали, что изготовляемые у нас ацетиленовые автомобильные фары АМО при установке в них электрической лампы и старые типы прожекторов с отражателем диаметром в 45—50 cm. тоже с электрической лампой накаливания могут

быть с успехом применены для освещения заливающим светом фасадов зданий, оград, дорог, путей, мест ночных работ и т. п.

5. Устройство в ближайшее время двух-трех установок с фарами АМО или указанными выше прожекторами побудит нашу промышленность скорее выпустить на рынок специальные прожекторы для такого освещения.

6. Уже теперь есть основания надеяться в ближайшее время получить отражатели, хотя и не стеклянные, а металлические и электрические лампы для таких прожекторов, а это есть основные элементы прожектора. Нужно сдвинуть только с мертвой точки проблему освещения заливающим светом путем скорейшего осуществления установок, хотя бы с имеющимися типами фаров и прожекторов.

**Цена—25 к.**

**Для членов Съезда—скидка 50%.**

Типография «Коминтерн» Центриздата Народов СССР. Красная ул., 1.
Ленинградский Гублит № 38.956. Тираж 1700 экз. 1¼ л.