

КАТАЛИЗ В ХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тарасов А.Л., Кустов Л.М.

Парциальное окисление метана в синтез-газ на катализаторах на основе ячеистых металлических носителей 7

С целью разработки эффективных катализаторов на основе металлических ячеистых носителей для парциального окисления метана в синтез-газ проведены сравнительные испытания металлических катализаторов (Pd, Ni, Co, Cu, нанесенные на металлическую сетку и фехралевую фольгу), полученных двумя способами: термохимическим и электрохимическим осаждением металлов. Испытания проводили в интервале температур 680–1000 °С в проточном реакторе (внутренний диаметр 10 мм) с вмонтированным катализатором в виде скрученной в рулон металлической сетки или фехралевой фольги. Показано, что металлические носители (сетка, фольга) с нанесенными на них металлами (Pd, Ni) перспективны для использования в качестве катализаторов получения синтез-газа по реакции парциального окисления метана в узком диапазоне мольного соотношения кислород/метан ($O_2/CH_4 = 0,45 \div 0,55$). При изучении поверхности катализаторов методом СЭМ установлено, что при термохимическом осаждении металлов VIII группы формируется более разветвленная поверхность активных металлов, обеспечивающая уже при 900 °С практически 100 %-ную конверсию метана при селективности по CO более 90 %.

Ключевые слова: катализ, окисление, синтез-газ, метан, никель, палладий, фехраль, металлические сетки.

Синева Л.В., Мордкович В.З., Ермолаев В.С., Ермолаев И.С., Митберг Э.Б., Соломоник И.Г.

Разработка высокопроизводительного промышленного катализатора синтеза Фишера–Тропша 13

На основе комплексной математической модели процесса Фишера–Тропша разработан и испытан высокопроизводительный кобальтовый катализатор для получения синтетической нефти. Катализатор представляет собой композитный материал, в котором для обеспечения эффективного массо- и теплопереноса в каталитических гранулах создана связанная сеть из частиц теплопроводящих материалов, вокруг которой образуется хорошо развитая система транспортных пор. Показано влияние природы теплопроводящей алюминийсодержащей добавки на физические свойства носителя и характеристики приготовленного на его основе катализатора синтеза Фишера–Тропша. Установлено, что повышение теплопроводности гранул является одним из факторов, способствующих повышению производительности катализатора. В присутствии разработанного катализатора достигнута производительность по углеводородам C_{5+} 600 г/(кг·ч) или 480 г/(л·ч) при плотности загрузки 0,8 г/см³. Создана и введена в строй опытная установка по получению до 20 л синтетической нефти в сутки из природного газа. Испытания катализатора в этой установке подтвердили полученную в лабораторных условиях производительность гранулированного слоя.

Ключевые слова: синтез Фишера–Тропша, кобальтовый катализатор, синтетическая нефть, теплообмен, массообмен, реактор с фиксированным слоем.

CATALYSIS IN CHEMICAL AND PETROCHEMICAL INDUSTRIES

Tarasov A.L., Kustov L.M.

Partial oxidation of methane to synthesis gas on catalysts based on metal honeycomb supports 7

To develop effective catalysts based on metal meshy supports for the reaction of the methane partial oxidation to synthesis gas there were the comparative tests of metal catalysts (Pd, Ni, Co, Cu, supported on a metal grid and fechrall foil) obtained two ways: thermochemical and electrochemical deposition of metals. Tests were carried out in the temperature range 680–1000 °C in a flow reactor (internal diameter 10 mm) with integrated catalyst in the form of a twisted roll of wire mesh or fechrall foil. It is shown that the metal supports (grid or foil) with metals (palladium, nickel) putted on them are promising for use as catalysts in the production of synthesis gas by the reaction of partial oxidation of methane in a narrow range of the molar ratio oxygen/methane ($O_2/CH_4 = 0,45 \div 0,55$). In the study of catalyst surfaces by SEM there was revealed that the thermochemical deposition of VIII group metal more extensive area of active metals is formed, providing even at 900 °C almost 100 % conversion of methane with selectivity for CO over 90 %.

Keywords: catalysis, oxidation, synthesis gas, methane, nickel, palladium, fechrall, metal mesh.

Sineva L.V., Mordkovich V.Z., Ermolaev V.S., Ermolaev I.S., Mitberg E.B., Solomonik I.G.

Development of high-performance commercial Fischer–Tropsch catalyst 13

Based on a complex mathematical model of the Fischer–Tropsch process the high-performance cobalt catalyst for synthetic oil production is developed and tested. The catalyst is granular thermally conductive composite material with a well-developed system of transport pores, which provides an effective mass and heat transfer in the granules. The influence of nature of the heat-conducting aluminum-containing additives on the physical properties of the support and catalytic properties of Fischer–Tropsch catalyst is shown. Found that increasing of catalysts granules thermal conductivity is one of the factors that increase the performance of the catalyst. In the presence of developed catalyst the performance for hydrocarbons C_{5+} achieved 600 g/(kg·h) or 480 g/(l·h) at 0,8 g/cm³ packing density. A pilot plant to obtain up to 20 liters of synthetic oil per day from natural gas using the catalyst is established and put into operation. Catalyst testing in this plant has confirmed receipt in the laboratory performance of granular bed.

Keywords: Fischer–Tropsch synthesis, cobalt catalyst, synthetic oil, heat transfer, mass transfer, fixed bed reactor.

Малиевский А.Д., Шокина Л.И.

Синтез меркаптанов и сульфидов в жидкофазной реакции сероводорода с алкиленоксидами: оценка эффективности катализаторов23

Предложен способ получения β -гидроксиалкилмеркаптанов и β -гидроксиалкилсульфидов, основанный на взаимодействии сжиженного сероводорода с алкиленоксидами. Данный способ обеспечивает максимально возможную концентрацию сероводорода в реакционной смеси, позволяет проводить процесс в широком диапазоне температур, применять каталитические добавки, не требует растворителя. Исследованы кинетические закономерности взаимодействия сероводорода с одним из алкиленоксидов (пропиленоксидом) при условиях, обеспечивающих пребывание компонентов реакционной смеси в жидкой фазе. При избытке пропиленоксида в реакции наблюдаются две последовательно протекающие макростадии: образование 2-гидроксипропан-1-тиола и последующее образование 1,1'-ди(2-гидроксипропан)сульфида. Стадийность в образовании меркаптана и сульфида дает возможность управлять процессом, получая при определенных условиях количественно либо меркаптан, либо сульфид. Так, при избытке сероводорода образуется в основном 2-гидроксипропан-1-тиол. Изучена активность 14 гомогенных и гетерогенных катализаторов (активированный уголь, ионообменные смолы, оксиды металлов, вода, триэтиламин и др.). На основании разработанной математической модели процесса предложен принцип определения эффективности каталитической добавки. Наиболее эффективным катализатором из исследованных оказался триэтиламин, увеличивающий скорость реакции более чем в 100 раз: без катализатора реакция завершается приблизительно через 50 ч, в присутствии небольших количеств триэтиламина – через несколько минут.

Ключевые слова: Сжиженный сероводород, пропиленоксид, макростадии, автокатализ, гомогенные и гетерогенные катализаторы, триэтиламин, кинетика, константы скорости, β -гидроксипропилмеркаптан, β -гидроксиалкилсульфид.

Malievsky A.D., Shokina L.I.

Synthesis of mercaptans and sulfides in the liquid phase reaction of hydrogen sulfide with alkylene oxides: assessment of the catalysts effectiveness23

A process for producing of β -hydroxyalkyl mercaptans and β -hydroxyalkyl sulfides based on the interaction of liquid hydrogen sulfide with alkylene oxides is proposed. This method provides the highest possible concentration of hydrogen sulfide in the reaction mixture, allows to run the process in a wide range of temperatures, allows the use of catalytic additives, does not require a solvent. The kinetic patterns of interaction of hydrogen sulfide with one of alkylene oxides (propylene oxide) under conditions effective to stay the components of the reaction mixture in the liquid phase. With an excess of propylene oxide in reaction a two consecutive macro stages are occurring: formation of 2-hydroxypropane-1-thiol and the subsequent formation of 1,1'-di(2-hydroxypropane) sulfide. Staged in the formation of sulfide and mercaptan allows to manage the process to obtain quantitatively or mercaptan or sulfide in certain conditions. So, basically 2-hydroxypropane-1-thiol is formed with an excess of hydrogen sulfide. The activity of 14 homogeneous and heterogeneous catalysts (activated carbon, ion exchange resins, metal oxides, water, triethylamine, etc.) are studied. On the basis of the developed mathematical model the principle of determining of the catalytic additives effectiveness is proposed. The most effective catalyst of all tested was the triethylamine which increases the reaction rate more than 100 times: without catalyst the reaction is completed in about 50 hours, in the presence of small amounts of triethylamine – a few minutes.

Keywords: liquid hydrogen sulfide, propylene macro stages, autocatalysis, homogeneous and heterogeneous catalysts, triethylamine, kinetic, rate constants, of β -hydroxyalkyl mercaptans, β -hydroxyalkyl sulfides.

КАТАЛИЗ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Седghi Рухи Б.Ф., Капустин В.М., Герзелиев И.М., Третьяков В.Ф.

Изучение влияния добавок ZSM-5 к катализаторам крекинга на выход легких олефинов и пропилена33

В связи с растущим интересом к процессу каталитического крекинга с высоким выходом легких олефинов и, в первую очередь, пропилена, в данной работе исследован каталитический крекинг тяжелого вакуумного дистиллята на промышленном катализаторе RD-DMS-PM (фирма BASF) с добавлением цеолита ЦВМ (ОАО «АЗКИОС», г. Ангарск) и специальной добавки для повышения выхода олефинов (MOA) фирмы BASF. Содержание добавок варьировалось (мас.%): 10, 20, 30 и 40 для MOA и 3, 8, 12 и 16 для ЦВМ. Каталитический крекинг проводили на лабораторной проточной установке в реакторе со стационарным слоем катализатора при

CATALYSIS IN PETROLEUM REFINING INDUSTRY

Sedghi Rukhi B.F., Kapustin V.M., Gerzeliev I.M., Tret'yakov V.F.

The study of effect of ZSM-5 additives to cracking catalysts on the yield of light olefins and propylene33

We have investigated the catalytic cracking of heavy vacuum distillate on industrial catalyst RD-DMS-PM («BASF» company) with the addition of zeolite CVM (JSC «AZKIOS» Angarsk, Russia) and special additives MOA («BASF» company) to increase the yield of olefins for growing interest to the catalytic cracking with high yield of light olefins and, above all, propylene. Additive content varied (wt.%): 10, 20, 30 and 40 for the MOA and 3, 8, 12 and 16 for CVM. Catalytic cracking was conducted on laboratory unit in flow reactor with a fixed bed reactor at 500 °C. The dependences of product composition from the number of introduced into the catalyst additives are

температуре 500 °С. Получены зависимости состава продуктов от количества введенных в катализатор добавок. Показано, что наибольший выход пропилена (11,5 мас.%) достигается при добавке в катализатор 40 % MOA или 8 % цеолита ЦВМ. Результаты по увеличению выхода легких олефинов получены при температуре, соответствующей рабочим условиям действующих установок каталитического крекинга.

Ключевые слова: каталитический крекинг, пропилен, бензин, легкие олефины, цеолитсодержащие добавки.

derived It is shown that the highest yield of propylene (11,5 wt.%) is achieved with the 40 % MOA addition or 8 % zeolite CVM. Results to increase the yield of light olefins were obtained at corresponding operating conditions existing catalytic cracking unit.

Keywords: catalytic cracking, propylene, gasoline, light olefins, zeolite additives.

КАТАЛИЗ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Терехов А.В., Занавескин Л.Н., Занавескин К.Л.,
Конорев О.А.

Каталитическое гидродехлорирование хлоруглеводородов в среде растворов гидроксида натрия.

Часть 1. Превращения четыреххлористого углерода ... 39

В производстве хлоруглеводородов (хлорметанов, перхлорэтилена и др.) в качестве побочного продукта образуется четыреххлористый углерод, отнесенный Монреальским протоколом к озоноразрушающим веществам. С целью разработки рационального (альтернативного сжиганию) способа утилизации CCl_4 в работе исследован процесс жидкофазного каталитического гидродехлорирования CCl_4 в присутствии водных растворов гидроксида натрия с получением полезных продуктов: формиата натрия, гексахлорэтана и перхлорэтилена. Эксперименты проводили в автоклаве объемом 300 мл при давлениях до 1,5 МПа в температурном интервале 80–120 °С; катализатор – Pd на сибуните (5 фракций от 0,1 до 1,6 мм). Изучены зависимости конверсии CCl_4 и селективностей образования основных продуктов реакции от начальных концентраций CCl_4 и NaOH, температуры, парциального давления водорода, а также от размера частиц катализатора и содержания в нем палладия. На основе полученных данных предложена схема процесса, даны рекомендации по условиям его ведения в зависимости от заданного состава продуктов, определены оптимальные параметры катализатора: 1,5 мас.% Pd на сибуните с размером зерен 0,315–0,63 мм. Предлагаемый процесс позволит не только решить вопрос утилизации отходов, содержащих CCl_4 , но и обеспечить получение трех коммерчески востребованных продуктов.

Ключевые слова: четыреххлористый углерод, ЧХУ, хлорорганические отходы, формиат натрия, гексахлорэтан, перхлорэтилен.

ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО

Бруштейн Е.А., Ванчурин В.И., Яценко А.В.

Перспективы развития двухступенчатых каталитических систем для окисления аммиака в производстве азотной кислоты.....47

Приведены результаты опытно-промышленных испытаний двухступенчатых каталитических систем для окисления аммиака, ос-

CATALYSIS AND ENVIRONMENT PROTECTION

Terekhov A.V., Zaneskin L.N., Zaneskin K.L.,
Konorev O.A.

Catalytic hydrodechlorination of chlorohydrocarbons among the solutions of sodium hydroxide.

Part 1. Conversion of carbon tetrachloride 39

In the production of chlorohydrocarbons (chloromethanes, perchlorethylene, etc.) a carbon tetrachloride formed as a by-product. The Montreal Protocol refer it to ozone depleting substances. The process of liquid-phase catalytic hydrodechlorination of CCl_4 in the presence of aqueous sodium hydroxide to form useful products: sodium formate, hexachloroethane and perchlorethylene, was investigated to develop a rational (another then burning) method of disposal of CCl_4 . Experiments were performed in a 300 ml autoclave at pressures up to 1,5 MPa in the temperature range 80–120 °C, the catalyst - Pd on sibunit (5 fractions from 0,1 to 1,6 mm). The dependence of CCl_4 conversion and main products selectivity from the initial CCl_4 and NaOH concentration, temperature, hydrogen partial pressure, size of catalyst particles and palladium content were studied. Based on these results, scheme of the process is proposed, recommendations on the conditions of the process depending on the specific composition of the products are given, optimal parameters of the catalyst are determined: 1,5 wt.% Pd on sibunit with grains 0,315–0,63 mm. The proposed process will not only solve the problem of waste disposal containing CCl_4 , but also ensured the production of three commercially popular products.

Keywords: carbon tetrachloride, CTC, sodium formate, perchlorethylene, hexachloroethane.

ENGINEERING PROBLEMS. OPERATION AND PRODUCTION

Brushteyn E.A., Vanchurin V.I., Yashchenko A.V.

Prospects for the development of two-stage catalytic systems for the ammonia oxidation in nitric acid production.....47

The results of the pilot testing of two-stage catalytic systems for ammonia oxidation equipped by catalyst platinoid gauzes as

нащенных катализаторными платиноидными сетками, сетками – уловителями из палладий-вольфрамового сплава и блочным катализатором ИК-42-1. Концентрация аммиака в исходной смеси составляет 10,3–10,7 об.%. При остаточной концентрации аммиака на выходе из платиноидного слоя выше 0,06 об.% наблюдается снижение выхода оксида азота после каталитической системы (на величину от 0,6 до 4,7 %, в зависимости от числа платиновых сеток) вследствие протекания гомогенной реакции восстановления оксида азота аммиаком в свободном объеме блочного катализатора. При уменьшении остаточной концентрации аммиака на выходе из платиноидного слоя до значительной менее 0,06 об.% снижения выхода оксида азота после системы не наблюдается. В двухступенчатой системе, включающей 9 вязаных платиноидных сеток с диаметром проволоки 0,076 мм, 4 улавливающие сетки и блочный катализатор, выход оксида азота стабильно сохраняется на уровне 95,4 %. По результатам испытаний предложена модернизация каталитической системы с блочным катализатором, заключающаяся в замене блочного катализатора на более технологичную инертную насадку сотовой структуры.

Ключевые слова: окисление аммиака, восстановление оксида азота аммиаком, двухступенчатая каталитическая система, платиноидные, улавливающие сетки, блочный катализатор, насадка сотовой структуры.

Исупова Л.А.

Блочные катализаторы в технологии двухступенчатого окисления аммиака. Сравнительные исследования 52

На пилотной установке в реакционных условиях, соответствующих рабочим условиям агрегата АК-72, выполнены сравнительные исследования двухступенчатых систем, сформированных из полных и «облегченных» платиноидных пакетов и катализаторов ИК-42 или инертной насадки. Выявлено влияние установки блоков на температурный профиль в платиноидном пакете и соответственно на выход NO, зависящее от геометрии и материала блоков, что следует учитывать при разработке оптимальных двухступенчатых систем. Исходя из результатов сравнительных испытаний предлагается новый бифункциональный катализатор ИК-42-9, использование которого вместо катализатора ИК-42-1 в составе двухступенчатых систем позволит увеличить выход NO в промышленных агрегатах УКЛ-7 и, кроме того, снизить содержание N₂O.

Ключевые слова: окисление аммиака, двухступенчатая каталитическая система, платиноидные сетки, блочные катализаторы сотовой структуры.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ

Ламберов А.А., Гильманов Х.Х., Дементьева Е.В., Кузьмина О.В.

Исследование механизма влияния добавок церия на свойства железокалиевой системы – активного компонента катализаторов дегидрирования углеводородов. Сообщение 2 60

catchers of palladium-wolfram alloy and block catalyst IC-42-1. The concentration of ammonia in the mixture is about 10,3–10,7 vol.%. If the residual ammonia concentration above 0,6 vol.% at the out from platinoid bed the reduction of the nitric oxide yield after the catalytic system is observed (from 0,6 up to 4,7 % depending on the number of platinum gauzes), due to increased homogeneous reduction reaction of nitrogen oxide with ammonia in the free volume of the block catalyst. When the residual ammonia concentration at the out of platinoid bed decreases less than 0,06 vol.% the reduction of the nitric oxide yield after the system is not observed. In the two-stage system consisting of nine platinoid knitted mesh with a wire diameter 0,076 mm, 4 catching gauzes and block catalyst, the nitric oxide yield remains stable at 95,4 %. According to test results there is decision to upgrade the catalytic system with block catalyst justified replace block catalyst by more technologically sophisticated inert honeycomb packing.

Keywords: ammonia oxidation, reduction of nitrogen oxides by ammonia, two-stage catalytic system, platinoid catch gauzes, block catalyst, packing honeycomb structure.

Isupova L.A.

Block catalysts in a two-stage ammonia oxidation technology. Comparative studies 52

Comparative studies of 2-stage systems formed from the full and «light» platinoid packages and catalyst IC-42 or inert packing were performed in a pilot plant in the reaction conditions corresponding operating conditions of the commercial unit AK-72. There are effect of the blocks setting on the temperature profile in the platinoid packages and therefore on the NO yield depending of the geometry and material of the blocks, which should be considered when designing the optimal two-stage systems. Based on the results of comparative tests, there is proposal of a new bifunctional catalyst IC-42-9, which usage instead of catalyst IC-42-1 into two-stage systems will increase NO yield in industrial units UKL-7 and, in addition, reduce the N₂O content.

Keywords: oxidation of ammonia, 2-stage catalyst system PGE grid, modular honeycomb catalysts.

DOMESTIC CATALYSTS

Lamberov A.A., Gilmanov Kh. Kh., Dementyeva E.V., Kuzmina O.V.

Investigation of the mechanism of influence of cerium additives on the properties of iron-potassium system – the active component of hydrocarbons dehydrogenation catalysts (2) 60

В работе методами термического, магнитного, рентгенофазового и дисперсионного анализов, а также низкотемпературной адсорбции азота исследованы свойства модельных систем $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-CeO}_2$ с массовым соотношением 80:20 и 50:20:30, соответственно. Выявлено, что при взаимодействии оксида железа с карбонатом калия происходит последовательное образование моно- и полиферритной фаз. Сделано предположение, что активность железокалиевого катализатора пропорциональна содержанию поверхностной моноферритной фазы. Установлено, что введение церия в железокалиевую систему приводит к перераспределению моно- и полиферритов калия в составе ферритной фазы, а именно к увеличению доли моноферритной фазы. Вследствие этого, введение церия способствует росту активности каталитической системы. Результаты данного исследования будут использованы для разработки новых железокалиевых катализаторов с повышенной каталитической активностью в реакции дегидрирования изоамиленов в изопрен.

Ключевые слова: гематит, церианит, карбонат калия, твердофазные топохимические превращения, каталитически активная фаза, моно- и полиферриты калия.

Properties of model systems $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ and $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-CeO}_2$ with a weight ratio 80:20 and 50:20:30, respectively, were studied by methods of thermal, magnetic, and X-ray analysis of variance, and the low-temperature nitrogen adsorption. There is revealed that then interaction of iron oxide with potassium carbonate take place the successive formation of the mono- and poly ferritic phase is going. It is suggested that the activity of iron-potassium catalyst is proportional to content of the surface mono ferritic phase. Found that the introduction of cerium into iron-potassium system leads to a redistribution of mono- and poly ferrites of potassium in the ferrite phase, namely to increasing of the mono ferritic phase share. Consequently, the introduction of cerium promotes the activity of the catalyst system. The results of this study will be used to develop a new iron-potassium catalysts with enhanced catalytic activity in the dehydrogenation of isoamylenes to isoprene.

Keywords: hematite, cerianite, potassium carbonate, solid state topochemical transformation catalytically active phase, mono- and poly ferrites of potassium.

БИОКАТАЛИЗ

Чекушина А.В., Доценко Г.С., Синицын А.П.

Сравнение эффективности процессов биоконверсии растительного сырья с использованием биокатализаторов на основе ферментных препаратов *Trichoderma* и *Penicillium Verruculosum* 68

Проведено сравнительное исследование эффективности применения шести коммерческих биокатализаторов на основе ферментных препаратов, полученных с использованием гриба рода *Trichoderma* в качестве продуцента (Cellic Ctec 1, Cellic Ctec 2, Accelerase 1000, Accelerase 1500, Accelerase XY, Accelerase DUET), и лабораторных биокатализаторов на основе ферментных препаратов, полученных с использованием гриба *Penicillium verruculosum*, для гидролиза четырех видов растительного целлюлозосодержащего сырья (предварительно обработанные паровым взрывом кукурузные стебли и багасса, измельченная древесина сосны и осины), а также микрокристаллической целлюлозы. Определены активности биокатализаторов по отношению к различным субстратам и зависимость глубины исчерпывающего гидролиза растительного сырья от дозировки этих биокатализаторов. Показано, что биокатализаторы, созданные на основе штаммов *P. verruculosum*, являются конкурентоспособными по отношению к широко используемым коммерческим биокатализаторам на основе штамма *Trichoderma* при масштабировании биотехнологических процессов биоконверсии возобновляемого растительного сырья.

Ключевые слова: биокатализаторы, целлюлозосодержащее сырье, целлюлазы, ферментативное осахаривание, *Trichoderma*, *Penicillium verruculosum*.

BIOCATALYSIS

Chekushina A.V., Dotsenko G.S., Sinityn A.P.

Comparison of the efficiency of plant materials bioconversion processes using biocatalysts based on enzyme preparations *Trichoderma* and *Penicillium Verruculosum* 68

There is comparative study of the effectiveness of six commercial biocatalysts based on enzyme preparations derived from fungus of the genus *Trichoderma* as a producer (Cellic Ctec1, Cellic Ctec2, Accelerase 1000, Accelerase 1500, Accelerase XY, Accelerase DUET), and laboratory biocatalysts based on enzyme preparations derived from the fungus *Penicillium verruculosum*, for the hydrolysis of four types of plant cellulose material (steam pretreated corn stalks and bagasse, crushed timber pine and aspen), also microcrystalline cellulose. The activity of biocatalysts relative to various substrates and the dependence of the depth of exhaustive hydrolysis of plant material from the dosage of these biocatalysts were determined. It is shown that biocatalysts derived from *P. verruculosum* strains are competitive with the widely used commercial biocatalyst based on *Trichoderma* strains when they scale biotechnological processes bioconversion of renewable resources.

Keywords: biocatalysts cellulosic feedstock, cellulases, enzymatic saccharification, *Trichoderma*, *Penicillium verruculosum*.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ

Статьи, опубликованные в журнале «Катализ в промышленности» в 2012 г. 76

INFORMATION

Articles published in the journal «Catalysis in Industry» in 2012 76