

Химия и технология топлив и масел

2(630) '2022

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2

Научно-технический журнал
Издаётся с 1956 года
Выходит один раз в два месяца

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-82547.
Выдано 18 января 2022 г.
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций

Издатель —
Международный центр науки и технологий
«ТУМА ГРУПП»

Издаётся в США фирмой
«Springer Science + Business Media, Inc.»

Английская версия включена в ведущие
мировые реферативные базы данных

Главный редактор
Б. П. Туманян – д.т.н., проф.

Редакционная коллегия

И. А. Арутюнов – д.т.н., проф.
С. Н. Волгин – д.т.н., проф.
И. Б. Грудников – д.т.н., проф.
И. П. Карлин – д.х.н., проф.
В. Л. Лашхи – д.т.н., проф.
А. Лукса – д.т.н., проф. (Польша)
А. М. Мазгаров – д.т.н., проф.
К. Б. Рудяк – д.т.н., проф.
Е. П. Серегин – д.т.н., проф.

Издаётся в Российском
государственном университете
нефти и газа им. И. М. Губкина

Включен в перечень изданий
Высшей аттестационной комиссии
Министерства образования
и науки РФ

Содержание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ.

Альтернативное сырьё

Е. Ю. Сердюкова, Ю. В. Кожевникова, А. А. Перминова, Л. Р. Галикеева. 3
Исследование возможности применения жидкого биокомпонента
в производстве товарного дизельного топлива

ТЕХНОЛОГИЯ

К. А. Алексеев, С. М. Кириченко, А. В. Раков, Р. А. Гайфутдинов, 8
М. И. Фарахов, А. Г. Лалтев, А. Н. Волков, И. Е. Сенников,
Н. В. Леднева, А. А. Щепалов.
Принципы стабилизации состава тяжелого вакуумного газойля
при производстве технологических масел

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

А. А. Ботин, А. В. Можаяев, Р. Э. Болдушевский, 14
Ю. А. Хамзин, П. А. Никульшин.
Влияние поверхностной концентрации никеля на активность
и селективность сорбентов Ni/ZnO-Al₂O₃ в реакционно-адсорбционном
обессеривании олефинсодержащего сырья

Е. Г. Моисеева, А. С. Ильменский, К. А. Мишагин, С. М. Петров, 21
А. И. Лахова, Н. Ю. Башкирцева.
Синтез и исследование никель-алюминиевых оксидных катализаторов
на углеродном носителе

ИССЛЕДОВАНИЯ

А. И. Лахова, С. М. Петров. 27
Влияние гидротермальных флюидов на состав тяжелых нефтей

В. Г. Кучеров, М. А. Силин. 31
Теплоемкость нефтяных систем при высоких давлениях

Т. В. Чешкова, А. Д. Арышева, Т. А. Сагаченко, 34
Р. С. Мин, М. А. Копытов.
Состав серосвязанных структурных фрагментов в асфальтенах мазута
тяжелой нефти и продуктах его термолита

К. А. Крышко, М. Г. Баширов, А. М. Хафизов. 38
Система контроля закоксуванности катализатора гидрирования ацетилена
в этан-этиленовой фракции

ЭКОЛОГИЯ

М. А. Силин, Л. А. Магадова, М. Д. Пахомов, 42
К. К. Мерзляков, А. Н. Галкина.
Разработка экологически безопасного кислотного состава
для обработки высокотемпературных геотермальных
карбонатных коллекторов

ОБЗОРЫ

М. В. Куликова, А. Ю. Крылова, Ф. Г. Жагфаров, 46
К. О. Крысанова.
Животная биомасса как сырьё для производства продуктов
основного органического синтеза

Д. Ю. Трёмаскин, И. А. Голубева. 51
Будущее российской гелиевой промышленности в Восточной Сибири,
проблемы и пути их решения

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

2⁽⁶³⁰⁾'2022

Head Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

I. A. Arutyunov – Dr. Eng. Sci., prof.

S. N. Volgin – Dr. Eng. Sci., prof.

I. B. Grudnikov – Dr. Eng. Sci., prof.

I. P. Karlin – Dr. Chem. Sci., prof.

V. L. Lashkhi – Dr. Eng. Sci., prof.

A. Luksa – Dr. Eng. Sci., prof. (Poland)

A. M. Mazgarov – Dr. Eng. Sci., prof.

K. B. Rudyak – Dr. Eng. Sci., prof.

E. P. Seregin – Dr. Eng. Sci., prof.

Publisher— ICST «TUMA Group» LLC

Редактор

В. С. Дмитриева

Ответственный секретарь

О. В. Любименко

Графика и верстка

В. В. Земсков

Подготовка материалов

С. О. Бороздин,

А. Д. Остудин,

В. Ю. Попова

Адрес редакции:

119991, ГСП-1, Москва, В-296,
Ленинский просп., 65. РГУ нефти и газа
им. И. М. Губкина, редакция «ХТТМ»

Телефон/факс: (499) 507-80-45

e-mail: htm@list.ru

Материалы авторов не возвращаются.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации
в материалах, в том числе
рекламных, предоставленных
авторами для публикации.

Формат 60 × 84 1/8.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 7.

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»
424006, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

Contents

CURRENT PROBLEMS

Alternative Feedstock

E. Yu. Serdyukova, Yu. V. Kozhevnikova, A. A. Perminova, L. R. Galikeeva. 3
Possibility of Liquid Biocomponent Usage in the Production
of Commercial Diesel Fuel

TECHNOLOGIES

K. A. Alekseev, C. M. Кириченко, A. V. Rakov, R. A. Gaifutdinov, 8
M. I. Farakhov, A. G. Laptev, A. N. Volkov, I. E. Sennikov,
N. V. Ledneva, A. A. Shchepalov.
An Approach to Stabilize the Composition of Heavy Vacuum Gas Oil
in the Production of Lubricating Oils

KINETICS AND CATALYSIS

A. A. Botin, A. V. Mozjaev, R. E. Boldushevsky, 14
Yu. A. Khamzin, P. A. Nikulshin.
Study of The Nickel Surface Concentration Influence on the Activity
and Selectivity of Ni/ZnO-Al₂O₃ Sorbents in Reactive-Adsorption Desulfurization
of Olefin-Containing Feedstock

E. G. Moiseeva, A. S. Ilmensky, K. A. Mishagin, S. M. Petrov, 21
A. I. Lakhova, N. Yu. Bashkirtseva.
Synthesis and Study of Carbon-Supported
Nickel-Aluminum Oxide Catalysts

RESEARCH

A. I. Lakhova, S. M. Petrov. 27
Effect of Hydrothermal Fluids on the Composition of Heavy Oils

V. G. Kutcherov, M. A. Silin. 31
Heat Capacity of Petroleum Systems at High Pressure

T. V. Cheshkova, A.D. Arysheva, T.A. Sagachenko, 34
R. S. Min, M.A. Kopytov.
The Composition of "Sulfur-Bound" Structural Fragments in Asphaltene Molecules
of Heavy Oil Fuel Oil and Products of Its Thermolysis

K. A. Kryshko, M. G. Bashirov, A. M. Khafizov. 38
Control System of Coking of the Catalyst for Hydrogenation of Acetylene
in Ethane-Ethylene Fraction

ECOLOGY

M. A. Silin, L.A. Magadova, M. D. Pahomov, 42
K. K. Merzlyakov, A.N. Galkina.
Development of Eco-Friendly Acid Composition for the Treatment
of High Temperature Geothermal Carbonate Reservoirs

REVIEWS

M. V. Kulikova, A. Yu. Krylova, F. G. Zhagfarov, K. O. Krysanova. 46
Animal Biomass as a Raw Material for Obtaining Products
of Basic Organic Synthesis

D. Yu. Tremaskin, I. A. Golubeva. 51
The Future of Helium Industry In Eastern Siberia,
Problems and Solutions

Е. Ю. Сердюкова¹, Ю. В. Кожевникова¹, А. А. Перминова², Л. Р. Галикеева¹

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина»

²Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова

serdyukova.e@gubkin.ru

Исследование возможности применения жидкого биоконпонента

в производстве товарного дизельного топлива

В статье представлено описание методики компаундирования нефтяного дизельного топлива и фракции 180-240°C, полученной из жидкого биопродукта пиролиза растительного сырья. Исследованы физико-химические свойства и групповой химический состав фракции растительного происхождения. Приводятся результаты физико-химических свойств полученных смесей дизельного топлива. Установлены допустимые концентрации биоконпонента при приготовлении смесевых биодизельных топлив.

Ключевые слова: биодизельное топливо, пиролиз растительного сырья, смесевые биотоплива, жидкий биоконпонент, низкотемпературные свойства.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-3-7

E. Yu. Serdyukova¹, Yu. V. Kozhevnikova¹, A. A. Perminova², L. R. Galikeeva¹

¹National University of Oil and Gas «Gubkin University»

²Plekhanov Russian University of Economics

Possibility of Liquid Biocomponent Usage in the Production of Commercial Diesel Fuel

The article presents a description of the technique for compounding petroleum diesel fuel and a fraction of 180-240°C obtained from a liquid bioproduct of pyrolysis of plant materials. The physicochemical properties and group chemical composition of the fraction of plant origin have been studied. The results of the physicochemical properties of the resulting mixtures of diesel fuel are presented. Permissible concentrations of the biocomponent in the preparation of mixed biodiesel fuels have been established.

Key words: biodiesel fuel, pyrolysis of plant raw materials, mixed biofuels, liquid biocomponent, low-temperature properties.

К. А. Алексеев¹, С. М. Кириченко¹, А. В. Раков¹, Р. А. Гайфутдинов¹, М. И. Фарахов¹,

А. Г. Лантеев¹, А. Н. Волков², И. Е. Сенников², Н. В. Леднева², А. А. Щепалов²

¹ООО «ИВЦ «Инжехим», г. Казань,

²АО УК БХХ «Оргхим», г. Нижний Новгород

tvt_kgeu@mail.ru

Принципы стабилизации состава тяжелого вакуумного газойля при производстве технологических масел

Разработана и внедрена на промышленном предприятии установка выделения тяжелого вакуумного газойля стабилизированного состава из широкой фракции вакуумного газойля производительностью 65 000 т в год. Приведено описание принятых технических решений, выбранного оборудования и результаты эксплуатации установки. Выполнены экспериментальные исследования по отработке технологического режима

на лабораторной модели ректификационной колонны. В расчетах промышленной колонны с новой регулярной насадкой применялась ранее разработанная математическая модель многокомпонентной ректификации, где смесь представляется в виде псевдобинарной по фракциям. Кроме этого использовались программные пакеты при потарелочном расчете колонны. Осуществлен выбор основного и вспомогательного оборудования промышленной установки вакуумной перегонки.

Ключевые слова: вакуумный газойль, вакуумная ректификация, производство масел мягчителей, проектирование технологической установки.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-8-13

K. A. Alekseev¹, C. M. Курченко¹, A. V. Rakov¹, R. A. Gaifutdinov¹, M. I. Farakhov¹, A. G. Laptev¹, A. N. Volkov², I. E. Sennikov², N. V. Ledneva², A. A. Shchepalov²

¹LLC EPC “Ingehim”, Kazan,

²JSC ORGKHIM Biochemical Holding Management Company, Nizhny Novgorod

An Approach to Stabilize the Composition of Heavy Vacuum Gas Oil in the Production of Lubricating Oils

A heavy vacuum gas oil separation unit was developed and implemented at an industrial enterprise with a stabilized composition. The technical solutions, the selected equipment and the results of the installation operation are described. On a laboratory model of a distillation column, experiments were made to develop technological conditions. In calculations of an industrial column with a new regular packing applied previously developed mathematical model of multicomponent distillation. The mixture is represented as pseudo-binary in terms of fractions. In addition, software packages for plate-by-plate calculation of the column. The selection of the main and auxiliary equipment of the industrial vacuum distillation plant was carried out.

Key words: vacuum gas oil, vacuum distillation, production of emollient oils, design of a technological plant.

A. A. Ботин^{1,2}, A. В. Можяев¹, Р. Э. Болдушевский¹, Ю. А. Хамзин¹, П. А. Никульшин^{1,2}

¹АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти»,

²РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

botinaa@vniinpr.ru

Влияние поверхностной концентрации никеля на активность и селективность сорбентов Ni/ZnO-Al₂O₃ в реакционно-адсорбционном обессеривании олефинсодержащего сырья

Показаны преимущества процесса реактивной адсорбции для ультраглубокого обессеривания бензина каталитического крекинга и других углеводородных фракций. Для исследования влияния поверхностной концентрации никеля на активность и селективность процесса реактивной адсорбции был синтезирован ряд адсорбционно-каталитических систем Ni/ZnO-Al₂O₃ с различным содержанием никеля. Установлено, что на этапе хемосорбции при температуре 400 °С, давлении 0,5 МПа и массовой скорости подачи сырья 5,2 ч⁻¹ конверсия тиюфена увеличивается до 94,8% с ростом поверхностной концентрации никеля до 8 ат/нм². Однако максимальное значение селективного фактора гидродесульфуризации/гидрирования достигается для адсорбционно-каталитической системы Ni/ZnO-Al₂O₃ с поверхностной концентрацией никеля 6 ат/нм².

Ключевые слова: реактивная адсорбция, селективное обессеривание, адсорбционно-каталитические системы, поверхностная концентрация.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-14-20

A. A. Botin^{1,2}, *A. V. Mozjaev*¹, *R. E. Boldushevsky*¹, *Yu. A. Khamzin*¹, *P. A. Nikulshin*^{1,2}

¹All-Russia Research Institute of Oil Refining

²National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Study of The Nickel Surface Concentration Influence on the Activity and Selectivity of Ni/ZnO-Al₂O₃ Sorbents in Reactive-Adsorption Desulfurization of Olefin-Containing Feedstock

The advantages of the reactive adsorption process for ultra-deep desulfurization of FCC gasoline and other hydrocarbon fractions are shown. To study the influence of the surface concentration of nickel on the reactive adsorption activity and selectivity, several Ni/ZnO-Al₂O₃ adsorption-catalytic systems with different nickel contents were synthesized. It has been established that at the chemisorption stage at a temperature of 400°C, a pressure of 0.5 MPa, and an weight hourly space velocity of 5.2 h⁻¹ the thiophene conversion increases to 94.8% with a nickel surface concentration increase to 8 at/nm². However, the maximum value of the hydrodesulfurization/hydrogenation selectivity factor is achieved for the Ni/ZnO-Al₂O₃ adsorption-catalytic system with a nickel surface concentration of 6 at/nm².

Key words: reactive adsorption, selective desulfurization, adsorptive-catalytic systems, surface concentration.

*E. G. Моисеева*¹, *A. С. Ильменский*¹, *К. А. Мишагин*¹, *С. М. Петров*¹, *А. И. Лахова*², *Н. Ю. Баширцева*¹

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет,

²Казанский (Приволжский) федеральный университет

moiseevae@fnnh.ru

Синтез и исследование никель-алюминиевых оксидных катализаторов на углеродном носителе

В работе исследованы образцы катализаторов, полученные импрегнированием активного угля оксидами NiO и Al₂O₃. Показано, что увеличение соотношения катионов никеля и алюминия в пропиточном растворе с 2:1 до 3:1 ведет к уменьшению среднего диаметра пор и увеличению площади удельной поверхности активного угля в 1,5 раза. Наибольшей площадью пор диаметром 10–200 нм обладают активные угли, импрегнированные оксидами никеля и алюминия с соотношением катионов металлов в пропиточном растворе 3:1, прокаленные в токе водорода. Термообработка никель-алюминиевых оксидных катализаторов на углеродном носителе при температуре 450°C в токе водорода приводит к увеличению размера пор и снижению площади удельной поверхности. Механическая активация оксидных катализаторов на углеродном носителе ультразвуковым воздействием увеличивает площадь внешней поверхности частиц в более чем два раза.

Ключевые слова: активные угли, оксид никеля, оксид алюминия, удельная поверхность, размеры пор, микроскопия, рентгеноструктурный анализ, термический анализ.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-21-26

E. G. Moiseeva¹, A. S. Ilmensky¹, K. A. Mishagin¹, S. M. Petrov¹, A. I. Lakhova², N. Yu. Bashkirtseva¹

¹Kazan National Research Technological University,

²Kazan (Volga Region) Federal University

Synthesis and Study of Carbon-Supported Nickel-Aluminum Oxide Catalysts

Activated carbons, which have a highly developed specific surface area and large pore sizes, have recently been increasingly considered as economically available carriers of catalytic systems for deep processing of heavy hydrocarbon feedstock. In this work, samples of catalysts obtained by impregnation of active carbon with oxides of NiO and Al₂O₃ were studied. It is shown that an increase in the ratio of metal cations Ni/Al in the impregnating solution from 2:1 to 3:1 leads to a decrease in the average pore diameter and an increase in the specific surface area of activated carbon by 1.5 times. Activated carbons impregnated with Ni/Al metal oxides with a ratio of metal cations in an impregnating solution of 3:1, calcined in a stream of hydrogen, have the largest pore area with a diameter of 10–200 nm. Heat treatment of Ni-Al oxide catalysts on a carbon carrier at a temperature of 450°C in a hydrogen flow leads to an increase in the pore size and a decrease in the specific surface area. Mechanical activation of oxide catalysts on a carbon carrier by ultrasonic action increases the area of the outer surface of the particles by more than two times.

Key words: *active carbons, nickel oxides, aluminum oxides, specific surface area, pore sizes, microscopy, X-ray diffraction analysis, thermal analysis.*

A. I. Lakhova¹, S. M. Petrov²

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет,

²Казанский национальный исследовательский технологический университет

lfm59@mail.ru

Влияние гидротермальных флюидов на состав тяжелых нефтей

В работе исследованы закономерности преобразования состава тяжелых нефтей с разным генотипом при взаимодействии с гидротермальном флюидом при температуре 310 °С и давлении 50 МПа. При гидротермальном воздействии в составе тяжелой нефти типа А¹ снижается содержание насыщенных углеводородов и алканов линейного строения, увеличивается содержание ароматических углеводородов и смол. При гидротермальном воздействии на тяжелую нефть типа Б² в ее составе снижается количество ароматических углеводородов, увеличивается содержание асфальтенов и насыщенных углеводородов. Пик молекулярно-массового распределения n-алканов смещается в низкокипящую область, снижается содержание изоалканов. Это свидетельствует о том, что состав тяжелых нефтей влияет на доминирование тех или иных реакций, протекающих в гидротермальном флюиде.

Ключевые слова: гидротермальные процессы, тяжелые нефти, SARA-анализ, газовая хроматография, геохимические коэффициенты.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-27-30

A. I. Lakhova¹, S. M. Petrov²

¹Kazan (Volga Region) Federal University,

²Kazan National Research Technological University

Effect of Hydrothermal Fluids on the Composition of Heavy Oils

The paper presents the results of comparative studies to identify the regularities in the transformation of the composition of heavy oils of different genotypes during their interaction with hydrothermal fluid at a temperature of 310 °C and a pressure of 50 MPa. Under hydrothermal impact, the content of saturated hydrocarbons and linear alkanes in the composition of heavy oil of type A¹ decreases, and the content of aromatic hydrocarbons and resins increases. During hydrothermal impact on heavy oil type B², the amount of aromatic hydrocarbons in its composition decreases, the content of asphaltenes and saturated hydrocarbons increases. The peak of the molecular weight distribution of n-alkanes shifts to the low-boiling region, and the content of iso-alkanes decreases. This indicates that the composition of heavy oils affects the dominance of certain reactions occurring in the hydrothermal fluid.

Key words: hydrothermal processes, heavy oils, SARA analysis, gas chromatography, geochemical coefficients.

V. G. Kuchеров^{1,2}, M. A. Силин¹

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

²Королевский технологический университет, Стокгольм, Швеция

vladimir@flotten.se

Теплоемкость нефтяных систем при высоких давлениях

Приведены результаты измерения удельной объемной теплоемкости четырех образцов нефтяных систем при изменении давления до 1 ГПа при комнатной температуре с помощью метода нагретой нити. Показано, что с увеличением давления удельная объемная теплоемкость исследованных образцов линейно возрастает со средним значением 0,051 МДж/(м³·К) на 0,1 ГПа. Одинаковый темп роста удельной объемной теплоемкости наблюдался для всех исследованных образцов.

Ключевые слова: нефти, удельная объемная теплоемкость, высокое давление, метод нагретой нити.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-31-33

V. G. Kutcherov^{1,2}, M. A. Silin¹.

¹Gubkin University,

²KTH Royal Institute of Technology (Stockholm)

Heat Capacity of Petroleum Systems at High Pressure

The heat capacity per unit volume c_p of four petroleum samples were measured at pressure up to 1 GPa at room temperature using the transient hot-wire method. It is shown that with increasing pressure c_p of the samples investigated increased linearly with an average value of 0.051 MJ/(m³·K) for every 0.1 GPa. The same growth rate of c_p was observed for all samples investigated.

Key words: heat capacity per unit volume, petroleum, high pressure, transient hot-wire method.

T. B. Чешкова, А. Д. Арышева, Т. А. Сагаченко, Р. С. Мин, М. А. Копытов

Институт химии нефти Сибирского отделения РАН

chtv12@mail.ru

Состав серосвязанных структурных фрагментов в асфальтенах мазута

тяжелой нефти и продуктах его термолиза

С использованием методов селективной химической деструкции, ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии проведено сравнительное исследование состава структурных фрагментов, связанных через сульфидные мостики в молекулах асфальтеновых компонентов мазута тяжелой нефти и продуктах его термического и термокаталитического крекинга. Показано, что воздействие температуры в присутствии иницилирующих добавок на основе ферросфер энергетических зол приводит к более глубоким изменениям структуры асфальтеновых компонентов.

Ключевые слова: мазут тяжелой нефти, асфальтены, термические процессы, серосодержащие структуры.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-34-37

T. V. Cheshkova, A.D. Arysheva, T.A. Sagachenko, R. S. Min, M.A. Kopytov

Institute of Petroleum Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

The Composition of "Sulfur-Bound" Structural Fragments in Asphaltene Molecules of Heavy Oil Fuel Oil and Products of Its Thermolysis

Using the methods of selective chemical destruction, IR spectroscopy and chromatography - mass spectrometry, a comparative study of the composition of structural fragments connected through sulfide bridges in the molecules of asphaltene components of heavy oil fuel oil and products of its thermal and thermocatalytic cracking was carried out. It is shown that the effect of temperature in the presence of initiating additives based on ferrospheres of energy ash leads to deeper changes in the structure of asphaltene components.

Key words: heavy oil fuel oil, asphaltenes, thermal processes, sulfur-containing structures.

К. А. Крышко, М. Г. Баширов, А. М. Хафизов

Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салават

eapp@yandex.ru

Система контроля закоксованности катализатора гидрирования ацетиленов в этан-этиленовой фракции

Производство ацетиленов окислительным пиролизом природного газа основано на сложном химико-технологическом процессе. Одним из основных этапов этого процесса является гидрирование в этан-этиленовой фракции в присутствии катализатора. Как и при протекании многих технологических процессов при гидрировании ацетиленов образуются побочные продукты реакции, вызывающие закоксованность катализаторов и снижающие их активность. В работе представлена система контроля закоксованности катализатора, основанная на использовании системы усовершенствованного управления и генетического алгоритма. Использование предлагаемой системы контроля позволяет перейти от плановой регенерации катализатора к его регенерации по фактическому состоянию закоксованности.

Ключевые слова: системы усовершенствованного управления (APC), генетический алгоритм, гидрирование ацетиленов, закоксованность, этан-этиленовая фракция, адиабатический реактор.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-38-41

K. A. Kryshko, M. G. Bashirov, A. M. Khafizov

Ufa State Petroleum Technical University, Branch of the University in the City of Salavat

Control System of Coking of the Catalyst for Hydrogenation of Acetylene in Ethane-Ethylene Fraction

The production of acetylene by the oxidative pyrolysis of natural gas is based on a complex chemical-technological process. One of the main stages of this process is the hydrogenation of acetylene in the ethane-ethylene fraction. To increase the efficiency of the hydrogenation process, catalysts are used in the reactors. As in the course of many technological processes, hydrogenation produces by-products of the reaction, which cause coking of the catalysts and reduce their activity. The article presents a catalyst coke control system based on the use of an advanced control system (APC) and a genetic algorithm. The use of the proposed control system makes it possible to switch from the planned catalyst regeneration to its regeneration based on the actual state of coking.

Key words: *advanced control system (APC), genetic algorithm, acetylene hydrogenation, coking, ethane-ethylene fraction, adiabatic reactor.*

M. A. Силин^{1,2}, Л. А. Магадова^{1,2}, М. Д. Пахомов^{1,2}, К. К. Мерзляков^{1,2}, А. Н. Галкина^{1,2}

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

²Отделение Научного центра мирового уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты» при РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

lubmag@gmail.com

Разработка экологически безопасного кислотного состава для обработки высокотемпературных геотермальных карбонатных коллекторов

В работе рассматривается разработка экологически безопасной кислотной композиции для обработки высокотемпературных карбонатных коллекторов. Особенностью данной кислотной композиции является использование в составе нетоксичной и высокотемпературной гликолевой кислоты с экологически безопасными добавками, что делает ее пригодной для обработки геотермальных скважин — экологически чистого источника энергии.

Ключевые слова: геотермальные источники, карбонатный коллектор, гликолевая кислота, поверхностно-активное вещество, ингибитор коррозии, кислотная обработка.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-42-45

M. A. Silin^{1,2}, L. A. Magadova^{1,2}, M. D. Pahomov^{1,2}, K. K. Merzlyakov^{1,2}, A. N. Galkina^{1,2}

¹ Gubkin University,

²Scientific Center of the World Level " Rational development of liquid hydrocarbon reserves of the planet "

Development of Eco-Friendly Acid Composition for the Treatment of High Temperature Geothermal Carbonate Reservoirs

This paper discusses the development of an environmentally friendly acid composition for the treatment of high-temperature carbonate reservoirs. A feature of this acidic composition is the use of non-toxic and high-temperature glycolic acid with environmentally friendly additives, which makes it suitable for treating geothermal wells – an environmentally friendly source of energy.

Key words: *geothermal springs, carbonate reservoir, glycolic acid, surfactant, corrosion inhibitor, acid treatment.*

М. В. Куликова¹, А. Ю. Крылова¹, Ф. Г. Жагфаров², К. О. Крысанова¹

¹Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН,

²РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина

firdaus_jak@mail.ru

**Животная биомасса как сырье для производства продуктов
основного органического синтеза**

В обзоре рассмотрена биомасса животного происхождения как потенциальное возобновляемое сырье для получения CO₂-нейтрального топлива, не оказывающего влияние на баланс углекислого газа в атмосфере. Оценка характеристик животных биомасс позволит определить потенциал их интегрирования в современные процессы нефтехимии и биохимии. В работе описаны основные характеристики биомасс животного происхождения, их структурные и элементные составы. Проведена оценка количества и энергетической ценности отдельных видов.

Ключевые слова: биомасса, животная биомасса, вторичная биомасса, CO₂-нейтральное топливо, основной органический синтез, экологически чистое топливо.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-46-50

М. V. Kulikova¹, A. Yu. Krylova¹, F. G. Zhagfarov², K. O. Krysanova¹

¹A. V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS,

²Gubkin University,

**Animal Biomass as a Raw Material for Obtaining Products
of Basic Organic Synthesis**

The review considers biomass of animal origin as a potential renewable raw material for the production of CO₂-neutral fuel, which does not affect the balance of carbon dioxide in the atmosphere. Evaluation of the characteristics of animal biomasses will make it possible to determine the potential for their integration into modern processes of petrochemistry and biochemistry. The paper describes the main characteristics of biomasses of animal origin, their structural and elemental compositions. An assessment of the quantity and energy value of certain species has been carried out.

Key words: *biomass, animal biomass, secondary biomass, CO₂-neutral fuel, basic organic synthesis, ecofriendly fuel.*

Д. Ю. Трёмаскин, И. А. Голубева

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

dima.tremaskin97@gmail.com

Будущее российской гелиевой промышленности в Восточной Сибири, проблемы и пути их решения

В статье рассмотрено мировое производство и потребление гелия. Проведен анализ и оценен способ выделения гелия из природного газа. Выявлены и обсуждены потенциальные проблемы российской гелиевой

промышленности в Восточной Сибири. Предложены варианты долгосрочного хранения гелия. Рассмотрена проблема транспортировки гелия в России и пути ее решения.

Ключевые слова: гелий, Амурский газоперерабатывающий завод, хранение гелия, мембранные технологии, транспортировка гелия.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-630-2-51-56

D. Yu. Tremaskin, I. A. Golubeva

Gubkin University

The Future of Helium Industry in Eastern Siberia,

Problems and Solutions

The world production and consumption of helium are analyzed. Potential problems of the helium industry in Eastern Siberia have been identified. Variants of long-term storage of helium are proposed. The problem of helium transportation in Russia and the ways of its solution are considered.

Key words: *helium, Amur gas processing plant, helium storage, membrane technologies, helium transportation.*