

Химия и технология топлив и масел

6(610)'2018

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

Свидетельство о регистрации
№ 01441.
Выдано 4 августа 1992 г.
Министерством печати
и информации
Российской Федерации

Издатель —
Международный центр науки и технологий
«ТУМА ГРУПП»

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

Английская версия включена в ведущие
мировые реферативные базы данных

Главный редактор
А. И. Владимиров – к.т.н., проф.

Зам. главного редактора
Б. П. Туманян – д.т.н., проф.

Редакционная коллегия
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. Лукас – д.т.н., проф. (Польша)
А. М. Мазгаров – д.т.н., проф.
В. А. Рябов – Генеральный
директор Ассоциации
нефтепереработчиков России
Е. П. Серегин – д.т.н., проф.

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

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

Содержание

ТЕХНОЛОГИИ

*Л. А. Гуляева, В. А. Хавкин, О. И. Шмелькова, Н. Я. Виноградова,
Г. В. Битиев, Л. А. Красильникова, А. В. Юсовский, П. А. Никульшин.* 3
Получение низкосернистого высоковязкого судового топлива
гидропереработкой нефтяных остатков

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

Р. А. Газаров, С. В. Мещеряков, К. Р. Газаров, В. Р. Мкртычан. 7
Исследование кислотных характеристик оксокомплексных катализаторов
изомеризации пентан-гексановой фракции

*А. Н. Варакин, А. В. Фослер, С. П. Веревкин,
А. А. Пимерзин, П. А. Никульшин.* 13
Гидродеоксигенация олеиновой кислоты на массивных и нанесенных
катализаторах (Ni)MoS₂ с целью получения грин-дизеля

В. А. Сальников, П. П. Минаев, А. В. Можаяев, П. А. Никульшин. 20
Влияние эффекта зауглероживания носителей
катализаторов CoMoS в гидродеоксигенации гваякола
как модельного соединения бионефти

ИССЛЕДОВАНИЯ

*Д. М. Григорьева, Ф. Г. Жагфаров,
М. В. Куликова, А. М. Гюльмалиев.* 28
Термодинамика синтеза углеводородов
на основе паровой конверсии метана

Р. Н. Магомедов, А. В. Припахайло, Т. А. Марютина. 32
Влияние фазового состояния растворителя
на сольвентную деасфальтизацию гудрона *n*-пентаном

*Е. Ю. Кожевникова, М. А. Быченко, А. Ю. Трофимов,
М. С. Котелев, И. А. Тиунов, В. А. Винокуров.* 40
Получение радиационно-сшитых полимерных материалов
на основе целлюлозы

*А. П. Семенов, Р. И. Мендгазиев, А. С. Стопорев, Ю. Ф. Гущина,
Б. М. Аникушин, П. А. Гущин, В. Н. Хлебников.* 43
Синергизм метанола и хлорида магния
при термодинамическом ингибировании гидрата метана

ЭКОЛОГИЯ

О. А. Куликова, Е. А. Мазлова, Д. И. Брадик, Е. П. Кудрова. 47
Использование реагентов на основе поверхностно-активных веществ
для очистки почв от нефтяного загрязнения

ОБЗОРЫ

*М. Х. Сосна, И. А. Голубева, А. А. Кононенко,
В. А. Зайченко, И. Н. Гришина, Е. В. Королев.* 52
Перспективы создания производства базовых масел
на основе технологии GTL в России

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

6₍₆₁₀₎'2018

Head Editor

A. I. Vladimirov – Cand. Eng. Sci., prof.

Associate Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

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.

V. A. Ryabov – Director General of the Oil Refiners and Petrochemists Association

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

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

TECHNOLOGIES

- L. A. Gulyaeva, V. A. Khavkin, O. I. Shmelkova, N. Ya. Vinogradova,
G. V. Bitiev, L. A. Krasilnikova, A. V. Yusovskii, P. A. Nikulshin. 3
Hydrogenation of Oil Residues to Produce Low-Sulfur Marine Fuel

KINETICS AND CATALYSIS

- R. A. Gazarov, S. V. Mesheryakov, K. R. Gazarov, V. R. Mkrtychan. 7
Study of Acid Characteristics of Solid Oxocomplexes Catalysts
for Isomerization of Pentane-Hexane Fraction

- A. N. Varakin, A. V. Fosler, S. P. Verevkin, 13
A. A. Pimerzin, P. A. Nikulshin.
Hydrodeoxygenation of Oleic Acid on Bulk and Supported (Ni)MoS₂ Catalysts
to Produce Green Diesel

- V. A. Salnikov, P. P. Minaev, A. V. Mozhaev, P. A. Nikulshin. 20
Influence of the Effect of the Coking of Carriers of CoMoS Catalysts
on the Hydrodeoxygenation of Guaiacol as a Model Compound of Bio-Oil

RESEARCH

- D. M. Grigoryeva, F. G. Jagfarov, M. V. Kulikova, A. M. Gulmaliev. 28
Thermodynamics of Hydrocarbon Synthesis Based
on the Steam Conversion of Methane

- R. N. Magomedov, A. V. Pripahaylo, T. A. Maryutina. 32
Effect of Solvent Phase State on Solvent Deasphalting
of Vacuum Residue with *n*-Pentane

- E. Yu. Kozhevnikova, M. A. Bychenko, A. Yu. Trofimov, 40
M. S. Kotelev, I. A. Tiunov, V. A. Vinokurov.
Production of Cellulose-Based Radiation-Grafted Polymer Materials

- A. P. Semenov, R. I. Mendgaziev, A. S. Stoporev, Yu. F. Gushchina, 43
B. M. Anikushin, P. A. Gushchin, V. N. Khlebnikov.
Synergism of Methanol and Magnesium Chloride
in Thermodynamic Inhibition of Methane Hydrate

ECOLOGY

- O. A. Kulikova, E. A. Mazlova, D. I. Bradik, E. P. Kudrova. 47
Chemical Reagents Based on Surfactants
for Oil-Contaminated Soils Treatment

REVIEWS

- M. H. Sosna, I. A. Golubeva, A. A. Kononenko, 52
V. A. Zaichenko, I. N. Grishina, E. V. Korolev.
Prospects for the Production of Base Oils Based
on GTL Technologies in Russia

*Л. А. Гуляева¹, В. А. Хавкин¹, О. И. Шмелькова¹, Н. Я. Виноградова¹,
Г. В. Битиев¹, Л. А. Красильникова¹, А. В. Юсовский¹, П. А. Никульшин^{1,2}*

¹АО «ВНИИ НП»,

²Самарский государственный технический университет

GulyaevaLA@vniinp.ru

Получение низкосернистого высоковязкого судового топлива гидропереработкой нефтяных остатков

В статье представлены результаты испытаний разработанной системы катализаторов деметаллизации и обессеривания нефтяных остатков с получением малосернистого судового топлива. Применен стационарный слой катализаторов. Подобраны оптимальные условия процесса гидрогенизационной обработки сырья: давление 15 МПа, температура процесса 360–420°C, объемная скорость подачи сырья 0,5 ч⁻¹. Успешно проведены длительные испытания разработанной системы.

Ключевые слова: нефтяные остатки, низкосернистое высоковязкое судовое топливо, стационарный слой катализатора, деметаллизация, гидрообессеривание.

L. A. Gulyaeva¹, V. A. Khavkin¹, O. I. Shmelkova¹, N. Ya. Vinogradova¹, G. V. Bitiev¹,

L. A. Krasilnikova¹, A. V. Yusovskii¹, P. A. Nikulshin^{1,2}.

¹All-Russia Research Institute of Oil Refining, JSC,

²Samara State Technical University

Hydrogenation of Oil Residues to Produce Low-Sulfur Marine Fuel

The article presents the test results of the developed system of catalysts for demetallization and desulfurization of oil residues to produce low-sulfur marine fuel. A stationary catalyst bed was applied. The optimum process conditions for hydroprocessing of feedstock: 15 MPa pressure, process temperature 360-420°C, the space velocity 1 h⁻¹. Long-term tests of the developed system have been successfully carried out.

Key words: residues, atmospheric residue, low-sulfur high-viscosity marine fuel, catalyst, stationary bed, demetallization, hydrodesulfurization,.

Р. А. Газаров, С. В. Мещеряков, К. Р. Газаров, В. Р. Мкртычан

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

gazarov_ra@mail.ru

Исследование кислотных характеристик оксокомплексных катализаторов изомеризации пентан-гексановой фракции

Разработан новый тип катализаторов для изомеризации легких углеводородов на основе впервые синтезированных неорганических суперкислот оксокомплексного строения. С этой целью синтезирован ряд смешанных гетерополикомплексов с модифицированной структурой Кеггина, содержащей различные переходные металлы (в том числе и платиноиды). Разработана технология получения нанесенных суперкислотных катализаторов с покрытием из модифицированных гетерополикомплексов Кеггиновского ряда на различных типах носителей. Исследованы брэнстедовские и льюисовские кислотные центры разработанного суперкислотного оксокомплексного катализатора нанесенного типа на различных типах носителей.

Ключевые слова: изомеризация, углеводороды, катализатор, оксокомплексы, кислотность, центры Бронстеда, центры Льюиса.

R. A. Gazarov, S. V. Mesheryakov, K. R. Gazarov, V. R. Mkrtychan.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Study of Acid Characteristics of Solid Oxocomplexes Catalysts for Isomerization of Pentane-Hexane Fraction

The new catalyst for isomerization process of light hydrocarbons based on novel synthesized inorganic superacids has been developed. With this purpose synthesized a number of mixed heteropolyanions with a modified Keggin structure containing different transition metals (including platinum group metals). Developed the technology of preparation of superacid catalysts with a coating of modified heteropolycomplexes on different carriers. We investigate the Bronsted and Lewis acid characteristics of the developed superacid catalysts on different carriers.

Key words: isomerization, light hydrocarbons, catalyst, Bronsted acidity, Lewis acidity, oxocomplexes.

A. N. Varakin¹, A. V. Fosler¹, S. P. Verevkin¹, A. A. Pimerzin¹, P. A. Nikulshin^{1,2}

¹Самарский государственный технический университет,

²АО «ВНИИ НП»,

p.a.nikulshin@gmail.com

Гидродеоксигенация олеиновой кислоты на массивных и нанесенных катализаторах (Ni)MoS₂ с целью получения грин-дизеля

Приготовлены нанесенные катализаторы MoS₂/Al₂O₃ и NiMoS₂/Al₂O₃ методом пропитки оксида алюминия по влагоемкости соответствующими водными растворами 12-молибдофосфорной гетерополиокислоты и цитрата никеля. Массивные катализаторы получили путем вытравливания носителя из MoS₂/Al₂O₃ с помощью плавиковой кислоты (Et-MoS₂), а также путем термического разложения тетрамолибдата аммония (Ref-MoS₂). Активность катализаторов в процессе гидродеоксигенации уменьшается в ряду NiMoS₂/Al₂O₃ ≈ Et-MoS₂ > MoS₂/Al₂O₃ > Ref-MoS₂. В то же время селективность в отношении гидрирования олеиновой кислоты имела несхожий порядок: Et-MoS₂ > MoS₂/Al₂O₃ ≈ Ref-MoS₂ > NiMoS₂/Al₂O₃. Массивный катализатор Et-MoS₂ в процессе гидродеоксигенации проявил близкую к NiMoS₂/Al₂O₃ активность и самую высокую селективность, что указывает на практически полное протекание гидродеоксигенации по маршруту гидрирования без образования CO и CO₂, проявляющих сильные ингибирующие свойства и оказывающие отрицательное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: гидродезоксигенирование, селективность, олеиновая кислота, массивные катализаторы, массивный MoS₂.

A. N. Varakin¹, A. V. Fosler¹, S. P. Verevkin¹, A. A. Pimerzin¹, P. A. Nikulshin^{1,2}.

¹All-Russia Research Institute of Oil Refining, JSC,

²Samara State Technical University

Hydrodeoxygenation of Oleic Acid on Bulk and Supported (Ni)MoS₂ Catalysts to Produce Green Diesel

Supported and unsupported catalysts were prepared by a conventional incipient wetness impregnation method with an appropriate aqueous solution of a 12-molybdophosphoric heteropolyacid and cobalt or nickel citrate. Unsupported molybdenum disulfide catalysts were synthesized by leaching of $\text{MoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, and also by thermal decomposition of ammonium tetrathiomolybdate. The catalytic properties were studied in hydrodeoxygenation (HDO) of oleic acid (OA) at hydrogen pressure in the autoclave. The activity of catalysts in the HDO decreases in the series:

$\text{NiMoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \approx \text{Et-MoS}_2 > \text{MoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Ref-MoS}_2$. At the same time, the selectivity of the hydrogenation of the route OA had dissimilar order: $\text{Et-MoS}_2 > \text{MoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \approx \text{Ref-MoS}_2 > \text{NiMoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. The bulk Et-MoS₂ catalyst showed activity close to $\text{NiMoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ and the highest selectivity (0.94), what indicate that HDO go through hydrodeoxygenation route without any formation of CO and CO₂ exhibiting strong inhibitory properties.

Key words: *hydrodeoxygenation, selectivity, oleic acid, unsupported catalysts, bulk MoS₂.*

В. А. Сальников¹, П. П. Минаев², А. В. Можжев¹, П. А. Никульшин^{1,2}

¹Самарский государственный технический университет,

²АО «ВНИИ НП»

Victor.salnikov89@gmail.com

Влияние эффекта зауглероживания носителей катализаторов CoMoS

в гидродеоксигенации гваякола как модельного соединения бионефти

Приготовлены катализаторы $\text{CoMoS}/\text{C}_x/\text{Sup}$ с использованием 12-молибдофосфорной гетерополикислоты и цитрата кобальта. В качестве носителя применяли Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 и зауглероженные (2 и 6% мас. углерода) на их основе подложки C_x/Sup . Изучены каталитические свойства в процессе гидродеоксигенации гваякола в условиях микропроточной установки. Показано, что с возрастанием содержания углерода в носителях линейный размер и число слоев MoS_2 в упаковке возрастают во всех образцах, по-видимому, вследствие снижения силы взаимодействия частиц с более инертной зауглероженной поверхностью. Кроме того, заметно отличается дисперсность молибденовых частиц на поверхности катализаторов, содержание промотора в частицах активной фазы CoMoS и степень промотирования ребер кристаллитов. Рассмотрены причины наблюдаемых закономерностей и возможные взаимосвязи активности в процессе гидродеоксигенации гваякола с характеристиками катализаторов и наноразмерных частиц активной фазы.

Ключевые слова: гваякол, бионефть, катализаторы CoMoS, гидродеоксигенация.

V. A. Salnikov¹, P. P. Minaev², A. V. Mozhaev¹, P. A. Nikulshin^{1,2}.

¹All-Russia Research Institute of Oil Refining, JSC,

²Samara State Technical University

Influence of the Effect of the Coking of Carriers of CoMoS Catalysts on the Hydrodeoxygenation of Guaiacol as a Model Compound of Bio-Oil

CoMoS/C_x/Sup catalysts were prepared using 12-molybdophosphoric heteropolyacid and cobalt citrate, Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 and carbonized (2 and 6% by weight of carbon) based on C_x/Sup were used as a support. The synthesized catalysts were investigated by the methods of low-temperature nitrogen adsorption, X-ray diffraction (XRD), NH₃-TPD, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM). The catalytic properties were investigated using a bench-scale flow reactor in hydrodeoxygenation (HDO) of guaiacol at

temperatures of 260 and 300°C, hydrogen pressure 3 MPa, flow rate of feed 80 h⁻¹, and an H₂/feedstock ratio of 500 nL/L. It is shown that with an increase in carbon content in carriers, the linear size and the number of MoS₂ layers in the package increase in all samples, apparently due to a decrease in the force of interaction of particles with a more inert carbonized surface. In addition, the dispersion of molybdenum particles on the surface of the catalysts, the content of the promoter in the particles of the CoMoS active phase and the degree of promotion of the edges of the crystallites are noticeably different. The reasons for the observed patterns and possible relationships of activity in the hydrodeoxygenation of guaiacol with the characteristics of catalysts and nanoscale particles of the active phase are discussed.

Key words: guaiacol, bio-oil, CoMoS catalysts, hydrodeoxygenation.

Д. М. Григорьева¹, Ф. Г. Жагфаров¹, М. В. Куликова², А. М. Гюльмалиев²

¹РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина,

²Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН,

Gyulmaliev@ips.ac.ru

Термодинамика синтеза углеводородов на основе паровой конверсии метана

В работе проведен анализ термодинамических аспектов получения синтез-газа конверсией метана и синтеза углеводородов различных классов на его основе. Методами химической термодинамики был проведен анализ равновесного состава системы при заданных условиях. Проведенные термодинамические исследования показывают, что соотношения H₂/CO при конверсии метана существенно зависит как от температуры и давления реакции, так и от природы и количество окислителя. Рассчитана термодинамическая вероятность образования различных классов соединений в зависимости от состава синтез-газа.

Ключевые слова: синтез-газ, паровая конверсия метана, синтез Фишера — Тропша, химическая термодинамика.

D. M. Grigoryeva¹, F. G. Jagfarov¹, M. V. Kulikova², A. M. Gulmaliev².

¹Gubkin Russian state university of oil and gas,

²A. V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, RAS

Thermodynamics of Hydrocarbon Synthesis Based on the Steam Conversion of Methane

In the work was analyzed the thermodynamic aspects of synthesis gas production by methane conversion and the synthesis of various hydrocarbon classes on its basis. The analyze of the equilibrium composition of the system under given conditions was carried out by methods of chemical thermodynamics. Conducted thermodynamic studies show that the ratio of H₂/CO by methane conversion significantly depends on both the temperature and pressure of the reaction, and on the nature and amount of oxidizer. The thermodynamic probability of formation of various classes of compounds was calculated depending on the synthesis gas composition.

Key words: synthesis gas production, steam methane conversion, Fisher – Tropsh synthesis, chemical thermodynamics.

Р. Н. Магомедов, А. В. Припахайло, Т. А. Марютина

Московский физико-технический институт (государственный университет), г. Долгопрудный
pripakhaylo.av@cet-mipt.ru

Влияние фазового состояния растворителя на сольвентную деасфальтизацию гудрона *n*-пентаном

*Топливное направление реализации процесса сольвентной деасфальтизации (СДА), позволяющее получать высокие выходы деасфальтизата приемлемого качества для его последующей переработки в каталитических процессах крекинга, в частности, гидрокрекинга, становится все более актуальным в настоящее время. В работе проведено экспериментальное исследование процесса СДА гудрона *n*-пентаном при различных температуре и давлении экстракции, позволившее определить влияние фазового состояния растворителя на выход, состав и свойства образующихся продуктов разделения. Показано, что перевод пентана из жидкого фазового состояния в область суб- и сверхкритического флюида позволяет увеличить растворимость компонентов гудрона и выход деасфальтизата при фиксированных значениях плотности растворителя. Несмотря на некоторое ухудшение качества деасфальтизата в случае реализации сверхкритической экстракции при температуре близкой к критической температуре растворителя (220°C) фазовое состояние пентана незначительно влияет на содержание металлов в продуктах, коксуюемость деасфальтизата и температуру размягчения асфальта при заданных значениях выходов.*

Ключевые слова: сольвентная деасфальтизация, асфальтены, деасфальтизат, асфальт, гудрон, *n*-пентан, сверхкритические флюиды, сверхкритическая экстракция.

R. N. Magomedov, A. V. Pripakhaylo, T. A. Maryutina.

Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

Effect of Solvent Phase State on Solvent Deasphalting of Vacuum Residue with *n*-Pentane

*Fuel direction of the implementation of solvent deasphalting (SDA) process, which makes it possible to obtain high yields of acceptable quality deasphalted oil (DAO) for its subsequent refining in cracking processes, in particular, hydrocracking, is becoming increasingly important nowadays. In this paper, an experimental study of SDA of vacuum residue (VR) using *n*-pentane at different extraction temperatures and pressures, which allowed us to determine the influence of the phase state of the solvent on the yield, composition and properties of the separation products, was carried out. It was shown that the transfer of pentane from the liquid phase state to the region of the subcritical fluid and then supercritical fluid (SCF) increases the solubility of VR components and DAO yield at fixed values of the solvent density. Despite a slight decrease in the quality of DAO in the case of supercritical extraction at temperatures close to the critical temperature of the solvent (220°C), the phase state of pentane insignificantly effects on the metal content in the products, carbon residue content of DAO and the softening point of asphalt for given yield values.*

Key words: solvent deasphalting, asphaltenes, deasphalted oil, asphalt, vacuum residue, *n*-pentane, supercritical fluids, supercritical fluid extraction.

Е. Ю. Кожевникова, М. А. Быченко, А. Ю. Трофимов, М. С. Котелев, И. А. Тиунов, В. А. Винокуров

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

tiunov.i@gubkin.ru

Получение радиационно-сшитых полимерных материалов на основе целлюлозы

Изучен процесс радиационной прививки полимерных материалов к целлюлозе в присутствии красителей. Обнаружено, что из ряда испытанных красителей наилучшей стойкостью к γ -облучению обладает родамин 6Ж. Полученный с родамином 6Ж радиационно-сшитый сополимер характеризуется высокой стойкостью окраски, сохраняющейся даже при длительной экстракции водой и углеводородами на аппарате Сокслета. Испытанный способ получения радиационно-сшитых материалов может применяться для получения биоразлагаемых окрашенных упаковочных материалов.

Ключевые слова: пересаженная целлюлоза, радиационная прививка, радиационная стойкость.

E. Yu. Kozhevnikova, M. A. Bychenko, A. Yu. Trofimov, M. S. Kotelev, I. A. Tiunov, V. A. Vinokurov.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Production of Cellulose-Based Radiation-Grafted Polymer Materials

The process of radiation grafting of polymeric materials to cellulose in the presence of dyes was studied. We found that rhodamine 6G has the best resistance to γ -irradiation from a number of tested dyes. The radiation-grafted copolymer with rhodamine 6G is characterized by a high color stability, which persists even after prolonged Soxhlet extraction with water and hydrocarbons. The tested method of obtaining radiation-grafted materials can be used to obtain biodegradable colored packaging materials.

Key words: regenerated cellulose, radiation grafting, radiation resistance.

A. П. Семенов¹, Р. И. Мендгазиев¹, А. С. Стопорев^{1,2,3}, Ю. Ф. Гущина¹,

Б. М. Аникушин¹, П. А. Гущин¹, В. Н. Хлебников¹

¹РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина,

²Институт неорганической химии им. А. В. Николаева Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск,

³Новосибирский государственный университет,

semenov.a@gubkin.ru

Синергизм метанола и хлорида магния при термодинамическом ингибировании гидрата метана

Изучены смеси хлорида магния и метанола в качестве смешанных термодинамических ингибиторов гидратообразования. С помощью изохорного метода определены равновесные P,T-условия разложения гидрата метана в присутствии бинарных растворов вода — метанол, вода — хлорид магния и тройных растворов вода — метанол — хлорид магния с использованием автоклава с перемешиванием. Измерения были проведены для диапазона давлений 3,5–9,5 МПа, концентрации метанола 0–25% мас. Содержание соли в водных растворах было постоянным (5% мас). Из полученных результатов следует, что смешанные образцы, содержащие одновременно метанол и хлорид магния, обеспечивают больший термодинамический сдвиг равновесных кривых гидратообразования по сравнению с образцами, содержащими метанол при одинаковой суммарной массовой доле ингибитора. Больший термодинамический сдвиг связан с синергетическим эффектом совместного действия хлорида магния и метанола в водном растворе.

Ключевые слова: газовые гидраты, ингибиторы гидратообразования, метанол, хлорид магния.

A. P. Semenov¹, R. I. Mendgaziev¹, A. S. Stoporev^{1,2,3}, Yu. F. Gushchina¹, B. M. Anikushin¹, P. A. Gushchin¹, V. N. Khlebnikov¹.

¹ Gubkin Russian State University of Oil and Gas,

² Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry SB RAS,

³ Novosibirsk State University

Synergism of Methanol and Magnesium Chloride in Thermodynamic Inhibition of Methane Hydrate

In this work blends of magnesium chloride and methanol as mixed thermodynamic inhibitors of hydrate formation were studied. Equilibrium P,T-conditions of methane hydrate decomposition in the presence of binary solutions of water – methanol, water – magnesium chloride, and ternary solutions of water – methanol – magnesium chloride were determined by isochoric method using stirred autoclave. Measurements were carried out for a pressure range of 3.5–9.5 MPa, methanol concentration of 0–25 mass %. The salt content in aqueous solutions was constant (5 mass %). From the results obtained, it follows that mixed samples containing both methanol and magnesium chloride provide a greater thermodynamic shift of hydrate equilibrium curves in comparison with samples containing only methanol with the same total mass fraction of the inhibitor. A greater thermodynamic shift is associated with the synergistic effect of magnesium chloride and methanol in an aqueous solution.

Key words: gas hydrates, hydrate formation inhibitors, methanol, magnesium chloride.

О. А. Куликова, Е. А. Мазлова, Д. И. Брадик, Е. П. Кудрова

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

mazlovaea@gmail.com

Использование реагентов на основе поверхностно-активных веществ

для очистки почв от нефтяного загрязнения

Целью работы являлось определение эффективности различных реагентов на основе поверхностно-активных веществ и выявление зависимостей между эффективностью реагента и типом очищаемой почвы, концентрацией рабочего раствора реагента, его щелочностью. Установлено, что наиболее эффективными являются реагенты, в составе которых содержатся анионные и неионогенные поверхностно-активные вещества, с высокими показателями pH рабочих растворов. Однако, данный параметр не является определяющим как в отношении нефтяных углеводородов, так и природных органических соединений.

Изучено влияние сорбирующей способности почвенных матриц на эффективность реагентной очистки почв: сорбция молекул загрязняющих веществ и молекул поверхностно-активных веществ существенно снижает общую эффективность вымывания органического вещества из почв.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, гуминовые вещества, нефтяное загрязнение, нефтезагрязненные почвы, реагентная обработка почв.

О. А. Kulikova, E. A. Mazlova, D. I. Bradik, E. P. Kudrova.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Chemical Reagents Based on Surfactants for Oil-Contaminated Soils Treatment

The determination of the effectiveness of various chemical reagents based on surfactants is an aim of the study. The investigation also includes the identification of the correlation between the effectiveness of the chemical reagent and the washed soil type, the concentration the treatment solution, and its alkalinity. It is established that anionic and non-ionic surfactants with high pH values are the most effective. However, this parameter isn't decisive for both

petroleum hydrocarbons and natural organic compounds. The soil matrices sorption capacity and the efficiency of chemical reagent washing of the soils are interconnected so the sorption of molecules of pollutants and surfactants significantly reduces the overall efficiency of the soil treatment.

Key words: *surfactant, chemical reagent, surface-active substance, humic substances, oil contamination, oil-contaminated soil, soil treatment.*

М. Х. Сосна, И. А. Голубева, А. А. Кононенко, В. А. Зайченко, И. Н. Гришина, Е. В. Королев

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

dr.michael.sosna@gmail.com

Перспективы создания производства базовых масел на основе технологии GTL в России

В статье рассмотрены возможности создания производства базовых масел на основе технологии GTL в России. Проведен анализ качества базовых масел, производимых в настоящее время на российских предприятиях. Рассмотрена возможность получения базовых масел процессом GTL с учетом анализа данных по производству синтез-газа различными методами конверсии и опыта применения процесса GTL на зарубежных предприятиях. Проанализирован опыт применения различных типов реакторов синтеза Фишера — Тропша, на основе полученных данных даны рекомендации по их применению в России.

Ключевые слова: *базовые масла, процесс GTL, синтез-газ, синтез Фишера — Тропша, синтетические масла.*

M. H. Sosna, I. A. Golubeva, A. A. Kononenko, V. A. Zaichenko, I. N. Grishina, E. V. Korolev

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Prospects for the Production of Base Oils Based on GTL Technologies in Russia

The article discusses the possibility of creating the production of base oils based on GTL technology in Russia. The analysis of the quality of base oils produced now in Russian enterprises. The possibility of producing base oils GTL process based on the analysis of data for the production of synthesis gas by various methods of conversion and experience in the application of GTL process for foreign enterprises. The experience of using different types of Fisher-Tropsch synthesis reactors is analyzed and recommendations on their application in Russia are given on the basis of the obtained data.

Key words: *basic oil, GTL process, synthesis gas, technology of Fischer – Tropsch, reactors, synthetic oil.*