

Химия и технология топлив и масел

1 (629) '2022

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1

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. Лукас – 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

ТЕХНОЛОГИЯ

Н. В. Карпов, Н. Н. Вахромов, Э. В. Дутлов, М. А. Бубнов, И. В. Гудкевич, А. Л. Максимов, А. И. Гриценко, Л. С. Раткин, Е. А. Шарин, Д. В. Борисанов. Анализ свойств дизельных топлив различного происхождения с целью их применения в качестве сырья для получения углеводородных основ для буровых растворов 3

Н. В. Карпов, Н. Н. Вахромов, Э. В. Дутлов, Д. Н. Тихомиров, А. А. Дружинин, В. А. Низовцев, Е. В. Рыбаков, М. А. Бубнов, И. В. Гудкевич, А. И. Гриценко, А. В. Тарасов, А. Л. Максимов, Л. С. Раткин, Е. А. Шарин, Д. В. Борисанов. Оптимальные условия одновременного протекания реакций гидрирования ароматических углеводородов и изомеризации в процессе депарафинизации дизельного топлива 7

Н. В. Карпов, Н. Н. Вахромов, Э. В. Дутлов, Е. А. Шарин, В. А. Середа, М. А. Бубнов, И. В. Гудкевич, С. С. Ковальчук, А. И. Гриценко, А. Л. Максимов, Л. С. Раткин, Д. В. Борисанов. Первая в мире промышленная партия арктического дизельного топлива с температурой применения до -65°C 11

ХИММОТОЛОГИЯ

К. В. Сафонов, В. В. Сафонов, В. В. Остриков, В. И. Орбинский, Д. Н. Афоничев. Перспективные рецептуры моторных масел с нанодисперсными добавками для двигателей внутреннего сгорания 16

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

А. И. Лахова, С. М. Петров, Н. Ю. Башкирцева. Исследование влияния состава и структуры сложных оксидов никеля и хрома на облагораживание тяжелой нефти в сверхкритическом водном флюиде 19

А. В. Моисеев, Н. М. Максимов, П. С. Солманов, Н. Н. Томина, Ю. В. Еремина, В. А. Тыщенко. Кинетические исследования реакций гидродеазотирования смесевое сырье установки каталитического крекинга 24

М. В. Попандопуло, М. И. Иванцов, М. В. Куликова, Ф. Г. Жагфаров. Гидрирование монооксида углерода на композитных каталитических системах на основе никеля и поливинилового спирта 29

ИССЛЕДОВАНИЯ

Г. С. Певнева, Н. Г. Воронежская, Н. Н. Свириденко. Углеводородный состав продуктов крекинга мальтенов нефтяной нефти с добавкой WC/Ni-Cr 34

Г. А. Гаджиев, М. В. Гируц, Д. С. Вылекжанина, Г. Н. Гордадзе. Образование адамантанов $\text{C}_{10}\text{-C}_{14}$ из протоадамантанов нефти 41

ОБЗОРЫ

М. В. Куликова, А. Ю. Крылова, Ф. Г. Жагфаров, К. О. Крысанова, А. Л. Лапидус. Растительная биомасса как сырье для производства продуктов основного органического синтеза 50

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

1⁽⁶²⁹⁾'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

TECHNOLOGIES

N. V. Karpov, N. N. Vakhromov, E. V. Dutlov, M. A. Bubnov, I. V. Gudkevich, A. L. Maximov, A. I. Gritsenko, L. S. Rathkeen, E. A. Sharin, D. V. Borisanov. Analysis of Diesel Fuels Properties of Various Origins in Order to Use Them as Feed for the Production of Hydrocarbon Base for Drilling Fluids 3

N. V. Karpov, N. N. Vakhromov, E. V. Dutlov, D. N. Tihomirov, A. A. Druzhinin, V. A. Nizovtsev, E. V. Rybakov, M. A. Bubnov, I. V. Gudkevich, A. I. Gritsenko, A. V. Tarasov, A. L. Maksimov, L. S. Rathkeen, E. A. Sharin, D. V. Borisanov. Optimal Conditions for Simultaneous Reactions of Aromatics Hydration and Isomerization during Dewaxing of Diesel Fuel 7

N. V. Karpov, N. N. Vakhromov, E. V. Dutlov, E. A. Sharin, V. A. Sereda, M. A. Bubnov, I. V. Gudkevich, S. S. Kovalchuk, A. I. Gritsenko, A. L. Maksimov, L. S. Rathkeen, D. V. Borisanov. First in the World Industrial Batch of Arctic Diesel Fuel with Application Temperature of up to Minus 65°C 11

CHEMOTOLGY

K. V. Safonov, V. V. Safonov, V. V. Ostrikov, V. I. Orobinskii, D. N. Afonichev. Promising Formulations of Engine Oils with Nanodispersed Additives for Internal Combustion Engines 16

KINETICS AND CATALYSIS

A. I. Lakhova, S. M. Petrov, N. Yu. Bashkirtseva. Study of the Influence of the Composition and Structure of Complex Oxides Ni-Cr on the Upgrading of Heavy Oil in a Supercritical Aqueous Fluid 19

A. V. Moiseev, N. M. Maximov, P. S. Solmanov, N. N. Tomina, Yu. V. Eremina, V. A. Tyshchenko. Kinetic Investigations of Hydrodenitrogenation Reactions of Mixed Feedstock of a Catalytic Cracking Plant 24

M. V. Popandopulo, M. I. Ivantsov, M. V. Kulikova, F. G. Zhagfarov. Hydrogenation of Carbon Monoxide on Composite Catalytic Systems Based on Nickel and Polyvinyl Alcohol 29

RESEARCH

G. S. Pevneva, N. G. Voronetskaya, N. N. Sviridenko. Composition of Hydrocarbons in Maltenes from Naphthenic Crude Oil after Cracking with WC/Ni-CR Additive 34

G. A. Gadzhiev, M. V. Giruts, D. S. Vylekzhanina, G. N. Gordadze. Formation of C₁₀-C₁₄ Adamantanes from Petroleum Protoadamantanes 41

REVIEWS

M. V. Kulikova, A. Yu. Krylova, F. G. Zhagfarov, K. O. Krysanova, A. L. Lapidus. Plant Biomass as a Raw Material for Obtaining Products of Basic Organic Synthesis 50

*Н. В. Карпов¹, Н. Н. Вахромов¹, Э. В. Дутлов¹, М. А. Бубнов¹, И. В. Гудкевич¹,
А. Л. Максимов², А. И. Гриценко³, Л. С. Раткин⁴, Е. А. Шарин⁵, Д. В. Борисанов¹*

¹ПАО «Славнефть-ЯНОС», г. Ярославль,

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

³ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

⁴АО «ЭКА», г. Королев

⁵ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны РФ»

BorisanovDV@yanos.slavneft.ru

**Анализ свойств дизельных топлив различного происхождения с целью их применения
в качестве сырья для получения углеводородных основ для буровых растворов**

Показаны преимущества прямогонного дизельного топлива гидроочищенного при давлении 80 атм. на никель-молибденовом катализаторе перед дизельным топливом гидрокрекинга при использовании в качестве сырья процесса изодепарафинизации для получения углеводородных основ для буровых растворов. По результатам лабораторных исследований проведен промышленный пробег, подтверждающий перспективность крупнотоннажного производства углеводородных основ буровых растворов на блоке депарафинизации установки гидроочистки дизельного топлива. Учитывая простоту блока депарафинизации дизельного топлива в летнее время из-за отсутствия спроса на зимние виды топлив, предлагаемая технология существенно поднимает маржинальность производства.

Ключевые слова: буровые растворы, изомеризация, гидрирование аренов, базовые масла, гидроочистка.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-3-6

*N. V. Karpov¹, N. N. Vakhromov¹, E. V. Dutlov¹, M. A. Bubnov¹, I. V. Gudkevich,¹
A. L. Maximov², A. I. Gritsenko³, L. S. Rathkeen⁴, E. A. Sharin⁵, D. V. Borisanov¹*

¹Slavneft-YANOS PJSC,

²LLC “Gazprom VNIIGAZ”,

³A. V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS

⁴АО “ЭКА”, Korolyov

⁵25 State Research Institute of Chemotology of the Ministry of Defense of the Russian Federation

**Analysis of Diesel Fuels Properties of Various Origins in Order to Use Them
as Feed for the Production of Hydrocarbon Base for Drilling Fluids**

The advantages of straight-run diesel fuel hydrotreated at pressure of 80 atm on a nickel-molybdenum catalyst over hydrocracking diesel fuel at the use of isodewaxing process as a feedstock to obtain hydrocarbon base for drilling fluids. Based on the results of the laboratory assessment, a test run was carried out at process unit. It was possible to obtain a hydrocarbon base for drilling fluids at the dewaxing unit of the diesel fuel hydrotreatment unit in the amount of 340 tons/day (14 t/h) without compromising quality. The dewaxing unit is idle in the summer time due to the lack of demand for winter diesel fuel, so its use at this time significantly increases the production margin.

Key words: drilling fluids, isomerization, hydration of arenes, base oils, hydrotreatment, narrow fractions.

*Н. В. Карпов¹, Н. Н. Вахромов¹, Э. В. Дутлов¹, Д. Н. Тихомиров¹, А. А. Дружинин¹, В. А. Низовцев²,
Е. В. Рыбаков², М. А. Бубнов¹, И. В. Гудкевич¹, А. И. Гриценко³, А. В. Тарасов⁶,
А. Л. Максимов⁴, Л. С. Раткин⁵, Е. А. Шарин⁷, Д. В. Борисанов¹*

¹ПАО «Славнефть-ЯНОС», Ярославль,

²ГООУ ЯО «Лицей № 86», Ярославль,

³ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

⁴Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН,

⁵АО «ЭКА», г. Королев,

⁶Ярославский государственный технический университет

⁷ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны РФ»

BorisanovDV@yanos. slavneft.ru

Оптимальные условия одновременного протекания реакций гидрирования ароматических углеводородов и изомеризации в процессе депарафинизации дизельного топлива

В работе представлено исследование для определения оптимальных условий совместного протекания реакций деароматизации и гидродепарафинизации с целью оценки возможности крупнотоннажного производства маловязких углеводородных основ для буровых растворов на секции депарафинизации установки ЛЧ-24/7 без рецикла. Исследовано влияние одного из ключевых факторов, а именно температуры, на ход данных реакций. Работа проводилась с использованием платиносодержащего катализатора депарафинизации на лабораторной установке исследования гидропроцессов. Установлено, что ключевым фактором является температура 280°C, при которой начинают преобладать реакции гидродепарафинизации над реакциями деароматизации. В ходе работы удалось снизить значение содержания ароматических соединений в дизельном топливе до уровня 7%, что является заделом для дальнейших исследований по оценке влияния других параметров, таких как давление и объемная скорость подачи сырья.

Ключевые слова: деароматизация, гидродепарафинизация, дизельное топливо,

маловязкая углеводородная основа для буровых растворов, гидроочистка, содержание ароматических соединений.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-7-10

*N. V. Karpov¹, N. N. Vakhromov¹, E. V. Dutlov¹, D. N. Tihomirov¹, A. A. Druzhinin¹,
V. A. Nizovtsev², E. V. Rybakov², M. A. Bubnov¹, I. V. Gudkevich¹, A. I. Gritsenko³,
A. V. Tarasov⁶, A. L. Maksimov⁴, L. S. Rathkeen⁵, E. A. Sharin⁷, D. V. Borisanov¹.*

¹Slavneft-YANOS PJSC, Yaroslavl,

²SEI of Yaroslavl Region “Lyceum No. 86”, Yaroslavl,

³LLC “Gazprom VNIIGAZ”,

⁴A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, RAS,

⁵АО “ЭКА”, Korolyov,

⁶Yaroslavl State Technical University

⁷25 State Research Institute of Chemotology of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Optimal Conditions for Simultaneous Reactions of Aromatics Hydration and Isomerization during Dewaxing of Diesel Fuel

This paper presents research to determine optimal conditions for simultaneous reactions of dearomatization and hydrodewaxing to evaluate high margin production of low viscosity hydrocarbon base for drilling fluids at dewaxing section of unit LCH-24/7 without recycle. Influence of one of the key factors, namely temperature, on the course of reaction has been studied. This research has been performed with the use of platinum containing dewaxing catalyst at laboratory unit for the study of hydorprocesses. It has been determined that the key factor is temperature 280°C when hydrodewaxing reactions start to prevail over dearomatization reactions. In course of research the content value of aromatics compounds in diesel fuel has been reduced to level of 7%, which is the basis for further research to evaluate the influence of other parameters, such as pressure and volumetric feed rate.

Key words: dearomatization, hydrodewaxing, diesel fuel, low-viscosity hydrocarbon bases for drilling fluids, hydrotreatment, content of aromatic compounds.

**Н. В. Карнов¹, Н. Н. Вахромов¹, Э. В. Дутлов¹, Е. А. Шарин², В. А. Середа², М. А. Бубнов¹, И. В. Гудкевич¹,
С. С. Ковальчук¹, А. И. Гриценко³, А. Л. Максимов⁴, Л. С. Раткин⁵, Д. В. Борисанов¹**

¹ПАО «Славнефть-ЯНОС»,

²ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны РФ»,

³ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

⁴Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН,

⁵АО «ЭКА», г. Королев

BorisanovDV@yanos.slavneft.ru

Первая в мире промышленная партия арктического дизельного топлива с температурой применения до –65°C

До недавнего времени арктическое дизельное топливо выпускалось по ГОСТ Р 55475 с предельной температурой фильтруемости до минус 52°C с использованием депрессорно-диспергирующей присадки. Однако в Арктике температура опускается до минус 60°C и ниже, а использование депрессорно-диспергирующей присадки провоцирует расслоение продукта с резким ухудшением свойств нижнего слоя. Указанное обстоятельство ограничивало применение арктического дизельного топлива в Арктике. Для подобных условий Министерство обороны Российской Федерации разработало собственные стандарты на арктическое дизельное топливо без депрессорно-диспергирующих присадок, в которых регламентируются значения не выше минус 65°C для температур помутнения, застывания и предельной температурой фильтруемости. Препятствием для получения продукта с такими свойствами является сложность одновременного обеспечения требуемого цетанового числа и низкотемпературных свойств. В работе предложен способ получения арктического дизельного топлива с заданными свойствами на основе глубокоизомеризованных дизельных фракций. Для реализации проекта был проведен анализ имеющихся установок в ПАО «Славнефть-ЯНОС» и составлена цепочка из установок первичной переработки нефти, гидроочистки 80 атм и изодепарафинизации. В ходе проведенных экспериментов были обнаружены новые явления наступления предельной температурой фильтруемости, которые были объяснены увеличением вязкости дизельного топлива при сверхнизких температурах. Для снижения вязкости продукта в рецептуру

водили керосин гидрокрекинга. В мае 2020 г. были получены разрешительные документы от Министерства обороны России, и в октябре 2021 г. впервые в России и в мире успешно выпущена первая промышленная партия в 3000 т.

Ключевые слова: арктическое дизельное топливо, сверхнизкие температуры, предельная температура фильтруемости, температура помутнения, кинематическая вязкость, изодепарафинизация, платиновый катализатор.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-11-15

N. V. Karpov¹, N. N. Vakhromov¹, E. V. Dutlov¹, E. A. Sharin², V. A. Sereda³,

M. A. Bubnov¹, I. V. Gudkevich¹, S. S. Kovalchuk¹, A. I. Gritsenko³,

A. L. Maksimov⁴, L. S. Rathkeen⁵, D. V. Borisanov¹.

¹Slavneft-YANOS PJSC,

²25 State Research Institute of Chemotology of the Ministry of Defense of the Russian Federation,

³LLC “Gazprom VNIIGAZ”,

⁴A. V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS,

⁵АО “ЕКА”, Korolyov

First in the World Industrial Batch of Arctic Diesel Fuel

with Application Temperature of up to Minus 65°C

Until quite recently, Arctic diesel fuel was produced in accordance with GOST R 55475 with a maximum cold filter plugging point of up to minus 52°C using a depressant-dispersing additive. However, in the Arctic, the temperature drops to minus 60°C and below, and the use of depressant-dispersing additive provokes product stratification with a sharp deterioration in the properties of the lower layer. This limited the application of arctic diesel fuel in the Arctic. For such conditions, the Ministry of Defense of the Russian Federation developed its own standards for Arctic diesel fuel without the use of depressant-dispersing additives, and suggesting values not higher than minus 65°C for the cloud point, pour point and cold filter plugging point. An obstacle for obtaining a product with such properties is the difficulty of simultaneously providing the required cetane number and low temperature properties.

This paper presents a method for obtaining Arctic diesel fuel with desired properties based on deeply isomerized diesel fractions. To implement the project, an analysis of the existing units at Slavneft-YANOS PJSC was carried out, and a chain of units for primary oil refining, hydrotreating 80 atm and isodewaxing was made. In the course of a number of experiments new causes of the onset of cold filter plugging point were discovered, which were explained by an increase in the diesel fuel viscosity at extremely low temperatures. To reduce the viscosity of the product, hydrocracked kerosene was added to the formula. In May 2020, permits were received from the Ministry of Defense of the Russian Federation, and in October 2021, for the first time in the Russian Federation and in the world, the first industrial batch of 3,000 tons was successfully produced.

Key words: arctic diesel fuel, extremely low temperatures, cold filter plugging point, cloud point, kinematic viscosity, isodewaxing, platinum catalyst.

К. В. Сафонов¹, В. В. Сафонов², В. В. Остриков^{3,4}, В. И. Оробинский⁵, Д. Н. Афоничев⁵

¹ООО «Мировая техника», г. Саратов,

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,

³Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов,

⁴Мичуринский государственный аграрный университет,

⁵Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I
viitinlab8@bk.ru

Перспективные рецептуры моторных масел с нанодисперсными добавками для двигателей внутреннего сгорания

В работе исследовано влияние добавок к маслу на износ основных деталей цилиндро-поршневой группы дизельных двигателей. Установлено, что добавка к моторному маслу Лукойл 15W40 наноструктурированных элементов металлов позволяет снизить износ гильз цилиндров в среднем в 1,36 раза.

Ключевые слова: моторное масло, добавка, наноразмерный и ультрадисперсный порошок, трибологические свойства, детали двигателя, износ, поверхностный слой.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-16-18

K. V. Safonov¹, V. V. Safonov², V. V. Ostrikov^{3,4}, V. I. Orobinskii⁵, D. N. Afonichev⁵.

¹ Mirovaya Tekhnika LLC, Saratov,

² Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov,

³ All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov,

⁴ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I,

⁵ Michurinsk State Agrarian University

Promising Formulations of Engine Oils with Nanodispersed Additives for Internal Combustion Engines

The paper presents research materials on the effect of oil additives on the wear of the main parts of the cylinder-piston group. It has been established that the addition of nanostructured metal elements to Lukoil 15W40 engine oil makes it possible to reduce the wear of cylinder liners by an average of 1.36 times.

Key words: engine oil, additive, nanosized and ultrafine powder, tribological properties, engine parts, wear, surface layer.

А. И. Лахова, С. М. Петров, Н. Ю. Башкирцева

Казанский национальный исследовательский технологический университет

lfm59@mail.ru

Исследование влияния состава и структуры сложных оксидов никеля и хрома на облагораживание тяжелой нефти в сверхкритическом водном флюиде

Проведены исследования синтезированных оксидов Ni–Cr смешанного фазового состава. Определена зависимость между составом и структурными свойствами двойных оксидов Ni–Cr от соотношения катионов Ni²⁺/Cr³⁺ при синтезе их предшественников (гидроксидов). Исследованы продукты преобразования тяжелой нефти в присутствии двойных оксидов Ni–Cr при температуре 380°C и давлении 22 МПа

в избытке гидротермального флюида. Методом адсорбционно-жидкостной хроматографии показано влияние оксидов на изменение содержания насыщенных, ароматических углеводородов, смол и асфальтенов.

Ключевые слова: сложные оксиды Ni–Cr, сверхкритический водный флюид, тяжелая нефть.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-19-23

A. I. Lakhova, S. M. Petrov, N. Yu. Bashkirtseva.

Kazan National Research Technological University

Study of the Influence of the Composition and Structure of Complex Oxides Ni-Cr on the Upgrading of Heavy Oil in a Supercritical Aqueous Fluid

The studies of synthesized oxides Ni–Cr of mixed phase composition were carried out. The relationship between the composition and structural properties of Ni–Cr double oxides on the ratio of Ni^{2+}/Cr^{3+} cations in the synthesis of their precursors (hydroxides) has been determined. The products of conversion of heavy oil in the presence of Ni–Cr double oxides at a temperature of 380°C and a pressure of 22 MPa in an excess of hydrothermal fluid have been investigated. The influence of oxides on the change in the content of saturated, aromatic hydrocarbons, resins and asphaltenes was shown by the method of adsorption liquid chromatography.

Key words: *ecomplex oxides Ni–Cr, supercritical aqueous fluid, heavy oil.*

A. V. Moiseev, N. M. Maximov, P. S. Solmanov, N. N. Tomina, Yu. V. Eremina, V. A. Tyshchenko

Самарский государственный технический университет

maximovnm@mail.ru

Кинетические исследования реакций гидродеазотирования смесового сырья установки каталитического крекинга

В работе проведены кинетические исследования особенностей процесса гидродеазотирования высококипящего смесового нефтяного сырья в широком интервале параметров на катализаторах Ni_6PMo_{12} , $Ni_6PMo_4W_8$, $Ni_6PMo_6W_6$, Ni_6PW_{12} , а также на промышленном образце сравнения. Определена кинетическая модель, рассчитаны параметры, описывающие процесс, исследована активность катализаторов в реакциях гидрирования полициклических ароматических углеводородов.

Ключевые слова: гидроочистка сырья каталитического крекинга, гидродеазотирование, гидрирование, кинетическая модель, азоторганические соединения, полициклические ароматические углеводороды.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-24-28

A. V. Moiseev, N. M. Maximov, P. S. Solmanov, N. N. Tomina,

Yu. V. Eremina, V. A. Tyshchenko.

Samara State Technical University

Kinetic Investigations of Hydrodenitrogenation Reactions of Mixed Feedstock of a Catalytic Cracking Plant

In this work, kinetic features of the hydrodenitrogenation process of high-boiling mixed petroleum feedstock in a wide range of parameters on Ni_6PMo_{12} , $Ni_6PMo_4W_8$, $Ni_6PMo_6W_6$, Ni_6PW_{12} catalysts and on industrial one were carried out.

A kinetic model has been determined, parameters describing the process have been calculated, and the activity of catalysts in the hydrogenation reactions of polycyclic aromatic hydrocarbons has been investigated.

Key words: *hydrotreating of catalytic cracking feedstock, hydrodenitrogenation, hydrogenation, kinetic model, organic nitrogen compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons.*

M. V. Popandopulo^{1,2}, M. I. Ivanov¹, M. V. Kulikova¹, F. G. Zhagfarov²

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

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

popandopulo.m@ips.ac.ru

Гидрирование монооксида углерода на композитных каталитических системах на основе никеля и поливинилового спирта

В статье рассмотрены каталитические и физико-химические свойства композитных материалов, полученные термообработкой нитрата никеля, иммобилизованного на поливиниловом спирте. Изучено влияние температуры формирования композита на фазовый состав металлосодержащих частиц и размер частиц. Показано, что полученный композитный материал является активным катализатором гидрирования монооксида углерода без стадии предварительной активации. Достигнуты следующие показатели синтеза: степень превращения монооксида углерода в условиях протекания процесса каталитического гидрирования — 29%, выход метана — 28 г/м³. Сделаны предположения о влиянии размера частиц на активность синтезированного композита и показано влияние объемной скорости на параметры процесса гидрирования монооксида углерода.

Ключевые слова: каталитическое гидрирование, метанирование монооксида углерода, никелевый катализатор, композитный материал.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-29-33

M. V. Popandopulo^{1,2}, M. I. Ivantsov¹, M. V. Kulikova¹, F. G. Zhagfarov²

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

²Gubkin University

Hydrogenation of Carbon Monoxide on Composite Catalytic Systems Based on Nickel and Polyvinyl Alcohol

The article considers the catalytic and physico-chemical properties of composite materials obtained by heat treatment of nickel nitrate immobilized on polyvinyl alcohol. The influence of the composite formation temperature on the phase composition of metal-containing and the particle size is studied. It is shown that the resulting composite material is an active catalyst for the hydrogenation of carbon monoxide without a pre-activation stage. The following synthesis parameters were achieved: the degree of carbon monoxide conversion under the conditions of CO catalytic hydrogenation process: CO conversion — 29%, CH₄ yield — 28 g/m³. Assumptions about the particle size effect on the activity of the synthesized composite and the effect of volume velocity on the parameters of the CO hydrogenation process are made.

Key words: *catalytic hydrogenation, CO-methanation, nickel catalyst, composite material.*

Г. С. Певнева, Н. Г. Воронецкая, Н. Н. Свириденко

Институт химии нефти Сибирского отделения РАН, Томск

revneva@ipc.tsc.ru

Углеводородный состав продуктов крекинга мальтенов нафтеновой нефти с добавкой WC/Ni–Cr

Методом хромато-масс-спектрометрии изучен углеводородный состав продуктов крекинга мальтенов тяжелой нафтеновой нефти Усинского месторождения в присутствии добавки WC/Ni–Cr и без нее. Крекинг мальтенов проведен при 450 °С в течение 2 ч в изотермическом режиме. Использование добавки WC/Ni–Cr при крекинге способствует углублению реакций деструкции углеводородов и смол. Показано, что в продуктах крекинга при использовании WC/Ni–Cr существенно возрастает количество низкомолекулярных алканов C₁₁–C₁₉, алкилбензолов C₉–C₁₀, уменьшается содержание циклогексанов и бицикланов, происходит полная деструкция три-, тетра- и пентациклических насыщенных углеводородов по сравнению с крекингом без добавки. Меняется состав нафтоароматических углеводородов. Наряду с реакциями деструкции протекают реакции конденсации, приводящие к образованию полициклических ароматических углеводородов.

Ключевые слова: нафтеновая нефть, мальтены, крекинг, добавка WC/Ni–Cr, алифатические, алкил- и нафтоароматические углеводороды.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-34-40

G. S. Pevneva, N. G. Voronetskaya, N. N. Sviridenko.

Institute of Petroleum Chemistry, SB of the Russian Academy of Sciences, Tomsk

Composition of Hydrocarbons in Maltenes from Naphthenic Crude Oil after Cracking with WC/Ni–Cr Additive

Using GCMS the composition of hydrocarbons in maltenes from heavy naphthenic crude oil (Usa oilfield) after cracking in the presence of WC/Ni–Cr additive and without it has been studied. Cracking of maltenes carried out at 450°C within 2 hours in isothermal mode. Using WC/Ni–Cr additive during cracking contributes to the deepening of the destruction reactions in hydrocarbons and resins. It is shown, the content of low-molecular alkanes C₁₁–C₁₉, alkylbenzenes C₉–C₁₀ increases essentially in the maltenes cracked with the additive while that of cyclohexanes and bicyclanes decreases, tri-, tetra- and pentacyclic saturated hydrocarbons destruct completely as compared with maltenes cracked without the additive. There are changes in the composition of naphthenic hydrocarbons. The reactions of condensation occur along with destruction reactions, leading to the formation of polyaromatic hydrocarbons.

Key words: naphthenic crude oil, maltenes, cracking, WC/Ni–Cr additive, aliphatic, alkyl- and naphthenoaromatic hydrocarbons.

Г. А. Гаджиев, М. В. Гируц, Д. С. Вылекжанина, Г. Н. Гордадзе

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

gadzhiev.g@gubkin.ru

Образование адамантанов C₁₀–C₁₄ из протоадамантанов нефти

С целью исследования возможности обогащения реактивных топлив углеводородами алмазоподобного строения для улучшения их физико-химических и эксплуатационных свойств был проведен катализ с бромистым алюминием узких 10-градусных фракций нефти морского происхождения в диапазоне 190–250°C. Продукты катализа отбирали в разное время и анализировали методом хроматомасс-спектрометрии. Показано, что при катализе наблюдается полное исчезновение неадамантановых углеводородов и «нафтенового фона» на масс-хроматограммах с m/z 135, 149, 163 и 177, причем на первых стадиях катализа наблюдается образование новых, преимущественно термодинамически слабо устойчивых изомеров адамантанов, а на последующих – высокомолекулярных адамантанов из низкомолекулярных. Установлено, что из узких фракций нефти 230–240°C и 240–250°C, где полностью отсутствуют углеводороды ряда адамантана, из «нафтенового фона» образуются углеводороды ряда адамантана состава C_{12} – C_{14} . Высказано предположение, что причиной образования высокомолекулярных адамантанов из низкомолекулярных является трансалкилирование.

Ключевые слова: адамантаны, протоадамантаны, катализ, трансалкилирование.

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-41-49

G. A. Gadzhiev, M. V. Giruts, D. S. Vylekzhanina, G. N. Gordadze.

Gubkin University

Formation of C_{10} – C_{14} Adamantanes from Petroleum Protoadamantanes

In order to study the possibility of enriching jet fuels with diamond-type hydrocarbons to improve their physico-chemical and operational properties, a catalyse with aluminum bromide of narrow 10-degree fractions of marine oil in the range of 190–250°C was carried out. Catalysis products were selected at different times and analysed by chromatomass spectrometry. It is shown that during catalysis there is a complete disappearance of non-adamantane hydrocarbons and "naphthene background" on mass chromatograms with m/z 135, 149, 163 and 177, with the formation of new, mainly thermodynamically weakly stable isomers of adamantanes, and in subsequent It was found that from the narrow fractions of oil 230–240 and 240–250°C, where there are no hydrocarbons of the series of adamantane series, hydrocarbons of the C_{12} – C_{14} form from the "naphthene background". It is suggested that transalkylation is the reason for the formation of high-molecular adamantans from low-molecular ones.

Key words: adamantanes, protoadamantanes, catalysis, transalkylation.

М. В. Куликова¹, А. Ю. Крылова¹, Ф. Г. Жагфаров², К. О. Крысанова¹, А. Л. Лapidус²

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

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

firdaus_jak@mail.ru

Растительная биомасса как сырье для производства продуктов основного органического синтеза

В работе рассмотрено применение растительной биомассы как потенциального возобновляемого сырья для получения CO_2 -нейтрального топлива, не оказывающее влияние на баланс углекислого газа в атмосфере. Оценка характеристики биомассы позволит определить потенциал ее интегрирования в современные процессы нефтехимии и биохимии. Исследованы наиболее распространенные виды растительной биомассы

на территории России — древесные отходы, торф, а также микроводоросли. Описаны основные характеристики биомассы, ее структурный и элементный состав. Проведена оценка количества и энергетической ценности некоторых видов растительной биомассы.

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

DOI: 10.32935/0023-1169-2022-629-1-50-56

M. V. Kulikova¹, A. Yu. Krylova¹, F. G. Zhagfarov², K. O. Krysanova¹, A. L. Lapidus².

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

²Gubkin University

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

The review considers plant biomass 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 biomasses will make it possible to determine the potential for their integration into modern processes of petrochemistry and biochemistry. The work investigates the most common types of plant biomasses for the territory of the Russian Federation - wood waste and peat, as well as microalgae. The main characteristics of biomasses, their structural and elemental compositions are described. An assessment of the amount and energy value of some types of plant biomass has been carried out.

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