

Химия и технология топлив и масел

5⁽⁶⁵¹⁾ '2025

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5

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
С. Н. Волгин – д.т.н., проф.
И. Б. Грудников – д.т.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.
Сунь Тэнфэй – проф. (Китай)

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

Содержание

- Е. В. Горбачева, С. Е. Кузнецов, О. П. Борисова, Б. Д. Кореньков,
В. М. Бондарева, Г. А. Зенковец, В. И. Соболев. 4
Формирование фазового состава многокомпонентного катализатора
окислительного аммонолиза пропилена
- А. В. Андреев, Е. В. Степанов, О. Б. Бердник, 9
И. Н. Царева, Л. А. Кривина.
Исследование композиционных материалов на основе фторопласта
для изготовления поршневых колец компрессоров
- С. А. Курбанов, Е. А. Демидов, С. Е. Горякин, М. С. Парамонов. 16
Замкнутый цикл повышения надежности:
Синергия систем предиктивной аналитики
и вибродиагностики в нефтеперерабатывающей отрасли
- С. Ф. Валеев, В. В. Гришин, В. Б. Харламов, И. М. Сутырин, 20
А. А. Пашевкин, О. А. Шерстнев, М. В. Железнов, С. Э. Спиридонов,
А. В. Журавлев, Е. Ф. Дьяченко, В. Г. Радковский.
Изучение активности регенерированного катализатора гидрокрекинга
вакуумного газойля
- А. С. Нужный, Е. Н. Левченко, 24
Б. М. Усманов, А. А. Колчин.
Применение нейросетевых технологий для прогнозирования
и оптимизации маржинальности производственного объекта
на примере установки глубокой переработки нефти
- М. Р. Усманов, Е. А. Калинин, Н. Ю. Уколова. 31
Перспективы рынка авиатоплив с низким углеродным следом
и потенциал для российских НПЗ
- А. К. Бузуев, А. Г. Дубов, М. В. Микуч. 39
Практика применения современных систем управления проектами
при строительстве объектов нефтехимической промышленности
- А. В. Прокопенко, О. П. Борисова, И. П. Семенов, 43
И. О. Путенихин, Б. Ю. Малышкин.
Успешный опыт по модернизации линий очистки мономеров
на предприятии группы компаний ЛУКОЙЛ
- Р. Р. Гималетдинов, М. Ю. Долوماتов, М. М. Долوماتова 51
А. Ф. Ахметов, В. П. Запорин, К. Г. Абдулминев.
Исследование структурно-химических особенностей сырья
и продуктов висбрекинга с применением спектроскопии
- М. М. Долوماتова, Р. Р. Гималетдинов, Э. А. Ковалева, 56
М. Ю. Долوماتов, А. Ф. Ахметов, Г. М. Сидоров.
Исследование процесса межмолекулярного взаимодействия
сложных структурных единиц сырья и продуктов висбрекинга
- С. Ф. Валеев, В. Б. Харламов, И. М. Сутырин, А. А. Пашевкин, 60
С. Э. Спиридонов, А. В. Журавлев, Е. Ф. Дьяченко, В. Г. Радковский,
И. Ф. Усманов, А. Ш. Тагиров, Э. М. Рахматуллин, А. Б. Бодрый,
А. Н. Сараев, К. А. Вотинцев, К. С. Топоров, Г. Ф. Ганиева.
Опыт использования российской каталитической системы
на установке гидрокрекинга вакуумного газойля

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

5₍₆₅₁₎'2025

Head Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

S. N. Volgin – Dr. Eng. Sci., prof.

I. B. Grudnikov – Dr. Eng. 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.

Sun Tengfei – prof. (China)

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:

105318, г. Москва,

Измайловское шоссе, д. 20-1Н

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

Ye. V. Gorbacheva, S. E. Kuznetsov, O. P. Borisova, B. D. Korenkov, V. M. Bondareva, G. A. Zenkovets, V. I. Sobolev. Development of Phase Composition of a Multicomponent Catalyst of Oxidative Ammonolysis of Propylene	4
A. V. Andreev, E. V. Stepanov, O. B. Berdnik, I. N. Tsareva, L. A. Krivina. Research of Composite Materials Based on Fluoroplast for The Manufacture of Piston Rings of Compressors	9
S. A. Kurbanov, E. A. Demidov, S. E. Goryakin, M. S. Paramonov. Closed Reliability Improvement Loop: Synergy of Predictive Analytics and Vibration Diagnostics Systems in the Oil Refining Industry	16
S. F. Valeev, V. V. Grishin, V. B. Harlamov, I. M. Sutyryn, A. A. Pashevkin, O. A. Sherstnev, M. V. Zheleznov, S. E. Spiridonov, A. V. Zhuravlev, E. F. Dyachenko, V. G. Radkovskii. Study of the Activity of Regenerated Catalyst for Vacuum Gas Oil Hydrocracking	20
A. S. Nuzhny, E. N. Levchenko, B. M. Usmanov, A. A. Kolchin. The Neural Network Technologies Utilization for Forecasting and Optimizing the Economic Efficiency of a Production Facility Using the Example of a Deep Oil Refining Installation	24
M. R. Usmanov, E. A. Kalinenko, N. Yu. Ukolova. Sustainable Aviation Fuels Market Trends and Potential for Russian Refineries	31
A. K. Buzuev, A. G. Dubov, M. V. Mikuch. Modern Project Management Systems' Application Practice in Petrochemical Industry Facilities' Construction	39
A. V. Prokopenko, O. P. Borisova, I. P. Semenov, I. O. Putenikhin, B. Yu. Malyskhin. Successful Experience in the Monomer Cleaning Lines' Modernization at the Enterprise of LUKOIL Group Companies	43
R. R. Gimaletdinov, M. Yu. Dolomatov, M. M. Dolomatova, A. F. Akhmetov, V. P. Zaporin, K. G. Abdulminev. Investigation of the Structural and Chemical Characteristics of Raw Materials and Visbreaking Products Using Spectroscopy	51
M. M. Dolomatova, R. R. Gimaletdinov, E. A. Kovaleva, M. Yu. Dolomatov, A. F. Akhmetov, G. M. Sidorov. Investigation of the Intermolecular Interaction of Complex Structural Units of Raw Materials and Visbreaking Products	56
S. F. Valeev, V. B. Harlamov, I. M. Sutyryn, A. A. Pashevkin, S. E. Spiridonov, A. V. Zhuravlev, E. F. Dyachenko, V. G. Radkovskii, I. F. Usmanov, A. Sh. Tagirov, E. M. Rahmatullin, A. B. Bodryy, A. N. Saraev, K. A. Votintsev, K. S. Toporov, G. F. Garieva. Experience of Using a Russian Catalytic System at a Vacuum Gasoil Hydrocracking Unit	60

Е. В. Горбачева¹, С. Е. Кузнецов², О. П. Борисова³, Б. Д. Кореньков¹,

В. М. Бондарева⁴, Г. А. Зенковец⁴, В. И. Соболев⁴

¹ООО «Саратоворгсинтез», г. Саратов,

²ПАО «ЛУКОЙЛ», г. Москва,

³ООО «Лукойл – Инженерные Навыки и Компетенции» (ЛИНК), г. Нижний Новгород,

⁴Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск

Oxana.Borisova@lukoil.com

Формирование фазового состава многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза пропилена

Методами термографии, совмещенной со сканирующей калориметрией, термодесорбции и рентгенофазового анализа in situ были исследованы фазовые превращения, протекающие при прокалке многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза пропилена в акрилонитрил. Установлена последовательность формирования фаз молибдатов двух- и трехвалентных катионов: $M\text{MoO}_4$ ($M = \text{Ni}, \text{Mg}$) и $M_2(\text{MoO}_4)_3$ ($M = \text{Fe}, \text{Ce}$).

Ключевые слова: акрилонитрил, окислительный аммонолиз пропилена, фазовый состав, многокомпонентный оксидный катализатор, молибдаты двух и трехвалентных катионов.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-4-8

Ye. V. Gorbacheva¹, S. E. Kuznetsov², O. P. Borisova³, B. D. Korenkov¹, V. M. Bondareva⁴,

G. A. Zenkovets⁴, V. I. Sobolev⁴

¹ "Saratovorgsintez", LLC, the city of Saratov,

² LUKOIL, PJSC, the city of Moscow,

³ "LUKOIL – Engineering Skills and Competences" (LINK), the city of Nizhny Novgorod,

⁴G.K. Boreskov Institute of Catalysis of Siberian Branch of RAS, the city of Novosibirsk

Development of Phase Composition of a Multicomponent Catalyst of Oxidative Ammonolysis of Propylene

Thermography methods combined with scanning calorimetry, thermal desorption, and X-ray phase analysis in situ have been used to study phase transformations occurring during the calcination of a multicomponent catalyst of oxidative ammonolysis of propylene into acrylonitrile. The sequence of formation of molybdates phases of two- and three - valence cations has been established:

$M\text{MoO}_4$ ($M = \text{Ni}, \text{Mg}$) and $M_2(\text{MoO}_4)_3$ ($M = \text{Fe}, \text{Ce}$).

Key words: acrylonitrile, propylene ammoxidation, phase composition, multicomponent oxide catalyst, molybdates of 2- and 3-valent cations.

А. В. Андреев¹, Е. В. Степанов^{1,2}, О. Б. Бердник^{1,2}, И. Н. Царева³, Л. А. Кривина³

¹Лукойл – Инженерные Навыки и Компетенции (ЛИНК),

²Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,

³Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ ФИЦ ИПФ им. А. В. Гапонова-Грехова РАН, г. Нижний Новгород

Olga.b.Berdnik@lukoil.com

Исследование композиционных материалов на основе фторопласта для изготовления поршневых колец компрессоров

Выбор оптимального композиционного полимерного материала для изготовления поршневых колец определяется прежде всего условиями работы данных деталей на протяжении длительного времени эксплуатации (8 000 ч), основными из которых являются: температура (115 °C), среда эксплуатации (азот, водород) и рабочее давление. Важными критериями выбора материала для поршневых колец являются: трибологические свойства (коэффициент трения и износостойкость), механические характеристики и температурные (структурно-фазовая стабильность при нагреве в интервале температуры эксплуатации) параметры. Однако, при выборе материала кроме эксплуатационных параметров немаловажными критериями являются экономические и технологические характеристики (качество материала, стабильность технологического процесса производства, стоимость композиционного полимерного материала).

Ключевые слова: композиционные полимерные материалы, фторопластовая матрица, наполнитель, углеродное волокно, бронза, дисульфид молибдена, графит, коэффициент трения, износ, микротвердость, шероховатость, механические свойства.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-9-15

M.R. Usmanov¹, A.V. Andreev¹, E.V. Stepanov^{1,2}, O.B. Berdnik^{1,2}, I.N. Tsareva³, L.A. Krivina³

¹Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK),

²Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,

³Institute of Mechanical Engineering Problems - branch of the FSBSI FRC Institute of Applied Physics n. a. A.V. Gaponov-Grekhov RAS (IPM RAS), Nizhny Novgorod

Research of Composite Materials Based on Fluoroplast for the Manufacture of Piston Rings of Compressors

The choice of the optimal composite polymer material for the manufacture of piston rings is determined primarily by the operating conditions of these parts over a long period of operation (8 000 hours), the main of which are: temperature (115°C), operating environment (nitrogen, hydrogen) and operating pressures. Important criteria for choosing a material for piston rings are: tribological properties (coefficient of friction and wear resistance), mechanical characteristics and temperature (structural and phase stability when heated in the range of operating temperature) parameters. However, when choosing a material, in addition to operational parameters, important criteria are economic and technological characteristics (material quality, stability of the manufacturing process, cost of composite polymer material).

Key words: composite polymer materials, fluoroplastic matrix, filler, carbon fiber, bronze, molybdenum disulfide, graphite, coefficient of friction, wear, microhardness, roughness, mechanical properties.

С. А. Курбанов, Е. А. Демидов, С. Е. Горякин, М. С. Парамонов

Лукойл – Инженерные Навыки и Компетенции (ЛИНК),

link@lukoil.com

Замкнутый цикл повышения надежности: Синергия систем предиктивной аналитики и вибродиагностики в нефтеперерабатывающей отрасли

В статье рассматривается концепция «замкнутого цикла повышения надежности» технологического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий на основе интеграции систем вибродиагностики и предиктивной аналитики. Описывается алгоритм снижения внеплановых простоев и оптимизации затрат на ремонт динамических агрегатов. Практическая значимость подтверждается снижением доли аварийных остановов.

Ключевые слова: повышение надежности, предиктивная аналитика, вибродиагностика, интеграция систем, замкнутый цикл, машинное обучение, эллиптический конверт.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-16-19

S. A. Kurbanov, E. A. Demidov, S. E. Goryakin, M. S. Paramonov

Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK)

Closed Reliability Improvement Loop: Synergy of Predictive Analytics and Vibration Diagnostics Systems in the Oil Refining Industry

The article examines the concept of the «closed reliability improvement loop» for technological equipment at oil refineries based on the integration of vibration diagnostics and predictive analytics systems. It describes the necessity of reducing unplanned downtime and optimizing repair costs for dynamic units. The practical significance is confirmed by a reduction in emergency downtime.

Key words: reliability improvement, predictive analytics, vibration diagnostics, system integration, closed loop, machine learning, elliptic envelope.

*С. Ф. Валеев¹, В. В. Гришин¹, В. Б. Харламов¹, И. М. Сутырин¹, А. А. Пашевкин¹, О. А. Шерстнев¹,
М. В. Железнов¹, С. Э. Спиридонов¹, А. В. Журавлев², Е. Ф. Дьяченко², В. Г. Радковский²*

¹Лукойл – Инженерные Навыки и Компетенции,

²Лукойл – Волгограднефтепереработка,

Sergey.Er.Spiridonov@lukoil.com

Изучение активности регенерированного катализатора гидрокрекинга вакуумного газойля

В статье представлены результаты исследования влияния окислительной регенерации вне реактора на каталитические свойства дезактивированного катализатора гидрокрекинга вакуумного газойля. Регенерация проводилась при температуре до 450°C с использованием двух типов печей: конвейерной в тонком слое без перемешивания частиц и вращающейся барабанной. Анализ показал практически полное удаление углерода и серы из катализатора, а также сохранение удельной поверхности, прочности гранул, каталитической активности и селективности, независимо от типа используемого оборудования. Сравнение каталитических характеристик свежего и регенерированного катализатора выявило снижение активности регенерированных образцов. На основании полученных данных сделан вывод о целесообразности использования регенерированного катализатора для плановой замены дезактивированного, учитывая сохранение его основных эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: катализатор гидрокрекинга, регенерация, каталитическая активность, селективность.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-20-23

**M.R. Usmanov¹, S.F. Valeev¹, V.V. Grishin¹, V.B. Harlamov¹, I.M. Sutyurin¹, A.A. Pashevkin¹, O.A. Sherstnev¹,
M.V. Zheleznov¹, S.E. Spiridonov¹, A.V. Zhuravlev², E.F. Dyachenko², V.G. Radkovskii²**

¹Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK),

²Lukoil-Volgogradneftepererabotka

Study of the Activity of Regenerated Catalyst for Vacuum Gas Oil Hydrocracking

This article presents the results of a study on the effect of oxidative regeneration outside the reactor on the catalytic properties of a vacuum gas oil hydrocracking catalyst. Regeneration was carried out at a temperature no higher than 450°C using two types of furnaces: a “conveyor” furnace (thin layer without mixing catalyst particles) and a rotating drum furnace. It was shown that almost complete removal of carbon and sulfur is achieved, and properties of the regenerated catalysts such as specific surface area, granule strength, catalytic activity, and selectivity do not depend on the type of regeneration equipment used. The activity of the regenerated catalysts is lower than that of the fresh catalyst. Based on the study results, a conclusion was made that the regenerated catalyst can be used to replace the deactivated catalyst.

Key words: hydrocracking catalyst, regeneration, catalytic activity, selectivity.

A. С. Нужный, Е. Н. Левченко, Б. М. Усманов, А. А. Колчин

ООО «Лукойл – Инженерные Навыки и Компетенции» (ЛИНК)

anton.nuzhnyy@lukoil.com

Применение нейросетевых технологий для прогнозирования и оптимизации маржинальности производственного объекта на примере установки глубокой переработки нефти

В работе исследуется проблема повышения маржинальности установки глубокой переработки нефти, за счет внедрения в процесс управления объектом программы поддержки принятия решения. Принцип работы программы заключается в построении предиктивной модели, предсказывающей будущую маржинальность установки и последующем подборе значений управляющих воздействий, приводящих к наибольшему значению прогнозной маржинальности. Подход к построению прогноза маржинальности основывается на обучении нейросетевой модели. Демонстрируется состоятельность данного подхода на примере установки гидрокрекинга гудрона. Предлагаемые программой рекомендации согласуются с мнением экспертов. Экономический эффект от ее внедрения был подтвержден в ходе проведения опытно-промышленного пробега.

Ключевые слова: машинное обучение, RNN, задача оптимального управления, маржинальность.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-24-30

A. S. Nuzhny, E. N. Levchenko, B. M. Usmanov, A. A. Kolchin

Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK)

The Neural Network Technologies Utilization for Forecasting and Optimizing the Economic Efficiency of a Production Facility Using the Example of a Deep Oil Refining Installation

The paper discusses the problem of increasing the economic efficiency of a deep oil refining unit. Efficiency is increased by introducing a decision support program into the installation management process. The principle of the

program is to build a predictive model that predicts the future economic efficiency of the installation and then select the values of control actions that lead to the highest value of predictive efficiency. The approach to forecasting economic efficiency is based on neural network model. The validity of this approach is demonstrated by the example of a tar hydrocracking installation. The recommendations proposed by the program are consistent with the opinion of experts. The economic effect of its implementation was confirmed during the pilot industrial run.

Key words: machine learning, RNN, optimal control problem, marginality.

М. Р. Усманов, Е. А. Калинин, Н. Ю. Уколова

Лукойл – Инженерные Навыки и Компетенции (ЛИНК)

Ekaterina.Kalinenko@Lukoil.com

Перспективы рынка авиатоплив с низким углеродным следом и потенциал для российских НПЗ

В работе представлен актуальный обзор текущих и перспективных требований к авиаперевозчикам и производителям топлив для воздушных судов, оценено влияние нормативно-правового регулирования в международном и региональном масштабах на баланс рынка авиакеросина и его альтернатив. Проведен сравнительный анализ современных технологий и способов получения устойчивого и низкоуглеродного авиационных топлив, рассмотрены экономические и экологические аспекты, сделаны выводы о применимости различных технологий и реализуемости проектов производства SAF, дана краткая справка о выполняемых работах в Компании по данному направлению.

Ключевые слова: устойчивое авиационное топливо, SAF, авиакеросин, углеродный след, LCAF, выбросы углекислого газа, декарбонизация.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-31-38

M. R. Usmanov, E. A. Kalinenko, N. Yu. Ukolova.

Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK)

Sustainable Aviation Fuels Market Trends and Potential for Russian Refineries

The article provides an updated review of current and prospective requirements for air transportation companies and aircraft fuel producers, assesses the impact of international and regional regulations on the balance of the jet fuel market and its alternatives. A comparative analysis of advanced technologies and methods of production of sustainable and low-carbon aviation fuels is provided, economic and environmental aspects were considered, conclusions are presented on the applicability of various technologies and feasibility of SAF production projects, and a brief summary of the Company's activities in this area is presented in the article.

Key words: sustainable aviation fuel, SAF, LCAF, jet fuel, carbon footprint, CO₂ emissions, decarbonization.

А. К. Бузуев, А. Г. Дубов, М. В. Микуч

ЛУКОЙЛ – Инженерные навыки и компетенции (ЛИНК)

Alexey.Dubov@lukoil.com

Практика применения современных систем управления проектами при строительстве объектов нефтехимической промышленности

В статье проведён анализ эффективного внедрения современных систем управления проектами на основе цифровизации процессов. При этом достигается прецизионность планирования за счет применения аналитических инструментариев, минимизации риск-факторов и динамики принятия управленческих решений. Статья также затрагивает перспективное развитие систем в углублении контроля и анализе данных в режиме реального времени на строительной площадке с использованием ретроспективных данных.

Ключевые слова: управление инвестиционными проектами, корпоративные информационные системы управления проектами, цифровая трансформация, интеграция с другими корпоративными системами, мастер-система, дашборд.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-39-42

A. K. Buzuev, A. G. Dubov, M. V. Mikuch

Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK)

Modern Project Management Systems' Application Practice in Petrochemical Industry Facilities' Construction

The article analyzes the effective implementation of modern project management systems based on the processes' digitalization. Advantages: achieving planning precision through the use of analytical tools, minimizing risk factors and dynamics of management decision-making. The article also touches on the promising development of systems in deepening real-time data monitoring and analysis at the construction site using historical data.

Key words: investment project management, corporate project management information systems, digital transformation, integration with other corporate systems, master system, dashboard.

A. B. Прокопенко¹, О. П. Борисова², И. П. Семенов³, И. О. Путенихин³, Б. Ю. Малышкин³

¹ООО «Ставролен»,

²ЛУКОЙЛ – Инженерные навыки и компетенции (ЛИНК),

³ООО «Юнайтед Кэталист Текнолоджис»

Oxana.Borisova@lukoil.com

Успешный опыт по модернизации линий очистки мономеров на предприятии группы компаний ЛУКОЙЛ

Подробно рассмотрена проблематика наличия каталитических ядов и микропримесей в потоках нефтехимических производств, в частности, в сырье производств полиэтилена и полипропилена, а также в сырье производств других продуктов органического и нефтехимического синтеза. Представлены методы модернизации линий очисток мономеров от каталитических ядов и микропримесей на примерах успешного внедрения технических решений и продуктов компании ООО «ЮКТ» совместно со специалистами компании ЛУКОЙЛ на предприятиях группы компании ЛУКОЙЛ.

Ключевые слова: очистка, мономеры, полиэтилен, полипропилен, каталитические яды.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-43-50

A.V. Prokopenko¹, O.P. Borisova², I.P. Semenov³, I.O. Putenikhin³, B.Yu. Malyshkin³

¹Stavrolen LLC,

²Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK),

³United Catalyst Technologies

Successful Experience in the Monomer Cleaning Lines' Modernization at the Enterprise of LUKOIL Group Companies

The problem of presence of catalytic poisons and microimpurities in petrochemical production flows, in particular, in the feedstock of polyethylene and polypropylene production, as well as in the feedstock for production of other organic and petrochemical synthesis products, is reviewed in detail. Methods for modernization of monomer cleaning lines from catalytic poisons and microimpurities are presented using examples of successful implementation of YUST LLC technical solutions and products together with LUKOIL specialists at LUKOIL Group enterprises.

Key words: *cleaning, monomers, polyethylene, polypropylene, catalytic poisons.*

*P. P. Гималетдинов^{1,2}, М. Ю. Доломатов², М. М. Доломатова²,
А. Ф. Ахметов², В. П. Запорин², К. Г. Абдульминев²*

¹ПАО «ЛУКОЙЛ»

²Уфимский государственный нефтяной технический университет

dolomatovamm@yandex.ru

Исследование структурно-химических особенностей сырья и продуктов висбрекинга с применением спектроскопии

В работе исследовано сырье для процесса висбрекинга — нефтяные остатки высокосмолистых нефтей, обладающие низким содержанием серы с применением методов ИК- и ПМР-спектроскопии. Проведен анализ образцов сырья и продуктов процесса висбрекинга с использованием инструментальных методов ПМР и ИК-Фурье спектроскопии. Показано, что все изученные остатки являются высокопарафинистыми. «Средние» молекулы этих остатков характеризуются небольшим числом ароматических колец с длинными алкильными заместителями, в которых число атомов углерода достигает 8. Значительное количество алкильных цепочек в молекулах дисперсной фазы асфальто-смолистых веществ способствует низкой стабильности сырья и остатков висбрекинга. Исследование сырья и остатков висбрекинга показывает увеличение концентрации парамагнитных центров в остатках висбрекинга по сравнению с исходным гудроном. Результаты проведенных исследований могут быть использованы для выбора эффективных методов и оптимальных условий реализации процесса висбрекинга и подготовки котельных топлив, связанных с переработкой высоковязких и парафинистых нефтей на отечественных нефтеперерабатывающих заводах.

Ключевые слова: процесс висбрекинга, фактор стабильности, ИК-Фурье спектроскопия, гудрон, электронный парамагнитный резонанс, протонный парамагнитный резонанс.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-51-55

*R. R. Gimaletdinov^{1,2}, M. Yu. Dolomatov², M. M. Dolomatova², A. F. Akhmetov²,
V. P. Zaporin², K. G. Abdulminev²*

¹PJSC "Lukoil"

Investigation of the Structural and Chemical Characteristics of Raw Materials and Visbreaking Products Using Spectroscopy

The feedstock for visbreaking process — oil residues of highly resinous crude oils with low sulfur content have been reviewed in this study using IR and proton magnetic resonance spectroscopy. The feedstock samples and visbreaking products have been analyzed using proton magnetic resonance spectroscopy and Fourier-transform infrared spectroscopy. It has been shown that all the studied residues are highly paraffinic. The "medium" molecules of these residues are characterized by a small number of aromatic rings, with 3-6 long alkyl substituents in which the number of carbon atoms reaches 8. The presence of a significant amount of alkyl chains in the molecules of the dispersed phase of asphalt-resinous substances contributes to a low stability of the feedstock and visbreaking residue. The study of the feedstock and visbreaking residues shows an increase in the paramagnetic centers concentration in the visbreaking residues compared to the original vacuum residue. The results of the performed research can be used to select efficient methods and optimal conditions for implementation of the visbreaking process and preparation of boiler fuels associated with processing of high viscous and paraffinic crude oils at domestic refineries.

Key words: *visbreaking process, stability factor, Fourier-transform infrared spectroscopy, vacuum residue, electron paramagnetic resonance, proton paramagnetic resonance.*

М. М. Доломатова², Р. Р. Гималетдинов^{1,2}, Э. А. Ковалева²,

М. Ю. Доломатов², А. Ф. Ахметов², Г. М. Сидоров²

¹ПАО «ЛУКОЙЛ»,

²Уфимский государственный нефтяной технический университет

dolomatovamm@yandex.ru

Исследование процесса межмолекулярного взаимодействия сложных структурных единиц сырья и продуктов висбрекинга

В работе изучены взаимосвязи между фактором стабильности сырья продуктов процесса висбрекинга парафинистой нефти с энергией межмолекулярного взаимодействия, которая, согласно кинетической теории жидкостей, оценивается через энергию активации вязкого течения. Показана возможность определения энергии активации по рефрактометрическим характеристикам парафинистых сред. Показана взаимосвязь энергии межмолекулярного взаимодействия нефтяных дисперсных систем с концентрацией парафинов в среде. Установлено влияние на фактор стабильности и общего потенциального осадка (ОПО) сырья и продуктов висбрекинга следующих показателей: энергии межмолекулярного взаимодействия нефтяных дисперсных систем (НДС), содержания асфальто-смолистых веществ, ароматических и парафино-нафтеновых углеводородов. Введение вакуумного газойля, содержащего до 30–40% мас. ароматических углеводородов, способствует стабилизации продуктов висбрекинга за счет увеличения энергии взаимодействия сложных структурных единиц. Показана взаимосвязь энергии межмолекулярного взаимодействия НДС с ОПО и фактором стабильности и парафинов. С ростом энергии межмолекулярного взаимодействия общий потенциальный осадок уменьшается и стабильность коллоидной системы возрастает.

Ключевые слова: остаток висбрекинга, кинематическая вязкость, энергия межмолекулярного взаимодействия, содержание углеводородов, фактор стабильности, общий потенциальный осадок.
DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-56-59

**M. M. Dolomatova², R. R. Gimaletdinov^{1,2}, E. A. Kovaleva², M. Yu. Dolomatov²,
A. F. Akhmetov², G. M. Sidorov²**

¹PJSC "Lukoil"

²Ufa State Petroleum Technological University

Investigation of the Intermolecular Interaction of Complex Structural Units of Raw Materials and Visbreaking Products

The aim of the work is to study the relationship between the stability factors of the raw materials of the products of the paraffin oil visbreaking process and the energy of intermolecular interaction, which, according to the kinetic theory of liquids, is estimated through the activation energy of a viscous flow. The paper also shows the possibility of determining the activation energy based on the refractometric characteristics of paraffin media. The relationship between the influence of the following indicators on the stability factor of raw materials and visbreaking products has been established: the energy of intermolecular interaction of petroleum dispersed systems. The influence of the following indicators on the stability and total potential precipitation (TPO) factor of raw materials and visbreaking products has been established: the energy of intermolecular interaction of petroleum dispersed systems, the content of asphalt-resinous substances, aromatic and paraffin-naphthenic hydrocarbons. Containing a significant amount of paraffin-naphthenic hydrocarbons, with a decrease in the amount of which the stability of the residue increases. In addition, the introduction of vacuum gas oil containing up to 30-40% by weight. aromatic hydrocarbons, contributes to the stabilization of visbreaking products by increasing the energy interaction with them. The relationship between the energy of the intermolecular interaction of VAT with TPO and the stability factor is shown and paraffins. As the intermolecular interaction energy increases, the total potential precipitation decreases and the stability of the colloidal system increases.

Key words: *cvisbreaking residue, kinematic viscosity, intermolecular interaction energy, hydrocarbon content, stability factor, total potential precipitation.*

**С. Ф. Валеев¹, В. Б. Харламов¹, И. М. Сутырин¹, А. А. Пашевкин¹, С. Э. Спиридонов¹,
А. В. Журавлев², Е. Ф. Дьяченко², В. Г. Радковский², И. Ф. Усманов³, А. Ш. Тагиров³,
Э. М. Рахматуллин³, А. Б. Бодрый³, А. Н. Сараев³, К. А. Вотинцев³, К. С. Топоров³, Г. Ф. Гариева³**

¹«Лукойл – Инженерные Навыки и Компетенции» (ЛИНК),

²ООО «Лукойл – Волгограднефтепереработка»,

³ООО «Ишимбайские сорбенты»

Sergey.Er.Spiridonov@lukoil.com

Опыт использования российской каталитической системы на установке гидрокрекинга вакуумного газойля

Описаны результаты применения на одном из российских нефтеперерабатывающих заводов группы «ЛУКОЙЛ» каталитической системы российского производства, включая катализатор гидроочистки,

гидрокрекинга и гидрофинишинга. Показано, что отечественная каталитическая система позволяет эксплуатировать реакторы при более низких температурах с конверсией и селективностью близкой по значениям для лицензионной каталитической системы. Качество непревращенного остатка и фракции 150–360°C, вырабатываемых на отечественных катализаторах, превосходило качество этих продуктов при эксплуатации лицензионной каталитической системы. Высокая активность российского катализаторов позволила осуществить комбинированную загрузку реактора гидрокрекинга с использованием 50% регенерированного лицензионного катализатора, что значительно сократило затраты на перегрузку катализаторов.

Ключевые слова: катализатор гидрокрекинга, каталитическая активность, селективность, регенерированный катализатор.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-651-5-60-64

M.R. Usmanov¹, S.F. Valeev¹, V.B. Harlamov¹, I.M. Sutyrin¹, A.A. Pashevkin¹, S.E. Spiridonov¹, A.V. Zhuravlev², E.F. Dyachenko², V.G. Radkovskii², I.F. Usmanov³, A.Sh. Tagirov³, E.M. Rahmatullin³, A.B. Bodryy³, A.N.Saraev³, K.A. Votintsev³, K.S. Toporov³, G.F. Garieva³

¹Lukoil – Engineering Skills and Competences (LINK),

²Lukoil-Volgogradneftepererabotka (VNP),

³Ishimbay Sorbents JGC

Experience of Using a Russian Catalytic System at a Vacuum Gasoil Hydrocracking Unit

The results of the application of a domestic-made catalytic system, including a catalyst for hydrotreating, hydrocracking and hydrofinishing, are described one of the Russian oil refineries of the LUKOIL group. It is shown that the domestic catalytic system makes it possible to operate reactors at lower temperatures with conversion and selectivity close to that of the licensed catalytic system. The quality of the unconverted residue and the 150-360 °C fraction produced on domestic catalysts exceeded the quality of these products during the operation of a licensed catalytic system. The high activity of domestic catalysts made it possible to carry out a combined loading of the hydrocracking reactor using 50% of the regenerated licensed catalyst, which significantly reduced the cost of overloading the catalysts.

Key words: hydrocracking catalyst, regeneration, catalytic activity, selectivity.