

Химия и технология топлив и масел

5⁽⁶⁵⁷⁾ '2026

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5

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»

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

К. Гарсия Серпас, М. П. Филина, Н. Н. Лашманов, Л. В. Камелина. Опыт применения PINN для кинетического моделирования олигомеризации этилена с получением линейных высших олефинов на карбоксилатах циркония	4
Е. А. Арбузов, Б. А. Шпак. Повышение эффективности использования ресурсов проектного и экспертного персонала с помощью инструментов приоритизации потребности заказчиков и системы анализа рабочего времени	10
С. А. Курбанов, Е. А. Демидов, С. Е. Горякин, М. С. Парамонов. Роль информационно-аналитического инструментария предиктивной аналитики в интеллектуальных системах поддержки принятия решений при мониторинге состояния динамического оборудования	18
А. К. Бузуев, А. Г. Дубов, М. А. Каледина. Методология обратной связи в строительстве НПЗ и ГПЗ: повышение достоверности календарно-сетевой модели проекта	22
О. П. Борисова, С. Е. Кузнецов, Т. М. Киселева, И. В. Ершова, С. В. Горкавый, Р. М. Куменко. Исследование силикагеля-носителя для синтеза окисно-хромовых катализаторов синтеза полиэтилена	26
Б. Д. Кореньков, Е. В. Горбачева, А. Б. Транковский, И. В. Ершова, О. П. Борисова, С. Е. Кузнецов, В. И. Соболев. Влияние типа распылительного устройства сушилки на активность и прочность многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза пропилена	32
Д. С. Капп, К. Р. Аргынбаева, Ф. М. Султанов, Ю. А. Ускова, С. Ф. Валеев. Анализ тенденций развития процесса деасфальтизации и его роль в современной нефтепереработке	36
Р. В. Петров, П. П. Дик, М. О. Казаков, А. С. Носков. Предсказательная математическая модель гидрокрекинга вакуумного газойля и ее использование для оптимизации процесса	39
К. А. Надеина, А. А. Саломатина, Е. А. Авдеенко, О. В. Климов, А. С. Носков. Перспективы использования отечественных катализаторов на основе алюмосиликатов для высокоэффективной гидроочистки бензина каталитического крекинга	45
Т. С. Богомолова, В. С. Крестьянинова, П. П. Дик, К. А. Надеина, П. П. Мухачева, А. А. Саломатина, Ю. В. Ватутина, О. В. Климов. Влияние свойств катализаторов на гидропереработку смеси термолизата хлорсодержащих пластиков с вакуумным газойлем	50
О. В. Климов, П. П. Дик, И. С. Голубев, К. А. Надеина, А. А. Саломатина, Т. С. Богомолова, В. С. Крестьянинова. Технические возможности Института катализа Сибирского отделения РАН и результаты тестирования катализаторов нефтепереработки и нефтехимии	57
П. П. Мухачёва, Ю. В. Ватутина, К. А. Надеина, С. В. Будуква, О. В. Климов. Перспективы развития технологии синтеза и применения массивных гранулированных катализаторов в процессах гидроочистки	65

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

5⁽⁶⁵⁷⁾'2026

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.о. город Йошкар-Ола, г. Йошкар-Ола,

ул. Малое Чигашево, 4

Contents

<i>K. Garcia Serpas, M. P. Filina, N. N. Lashmanov, L. V. Kamelina.</i> Experience of Using PINN for Kinetic Modeling of Ethylene Oligomerization to Produce Linear Higher Olefins on Zirconium Carboxylates	4
<i>E. A. Arbuzov, B. A. Shpak.</i> Improving the Efficiency of Engineering and Expert Personnel Resource Utilization Tools by Means of Customer Needs Prioritization Tools and a Work Time Analysis System	10
<i>S. A. Kurbanov, E. A. Demidov, S. E. Goryakin, M. S. Paramonov.</i> The Role of Data Analytics Tools of Predictive Analytics in Intelligent Decision Support Systems during Monitoring the of Rotary Equipment Status	18
<i>A. K. Buzuev, A. G. Dubov, M. A. Kaledina.</i> Methodology of Feedback in the Construction of Oil Refineries and Gas Processing Plants: Enhancing the Reliability of the Project Schedule-Network Model	22
<i>O. P. Borisova, S. E. Kuznetsov, T. M. Kiseleva, I. V. Ershova, S. V. Gorkaviy, R. M. Kumenko.</i> Study of Silica Gel Carrier for Synthesis of Chromium Oxide Catalysts for Polyethylene Synthesis	26
<i>B. D. Korenkov, E. V. Gorbacheva, A. B. Trankovskiy, I. V. Ershova, O. P. Borisova, S. E. Kuznetsov, V. I. Sobolev.</i> Effect of the Spray Type Dryer on the Activity and Strength of a Multicomponent Catalyst for Oxidative Ammonolysis of Propylene	32
<i>D. S. Kapp, K. R. Argynbaeva, F. M. Sultanov, Y. A. Uskova, S. F. Valeev.</i> Analysis of Trends in the Development of the De-Asphalting Process and Its Role in Modern Oil Refining	36
<i>R. V. Petrov, P. P. Dick, M. O. Kazakov, A. S. Noskov.</i> A Predictive Mathematical Model of Vacuum Gas Oil Hydrocracking and Its Use for Process Optimization	39
<i>K. A. Nadeina, A. A. Salomatina, E. A. Avdeenko, O. V. Klimov, A. S. Noskov.</i> Prospects for the Use of Domestic Catalysts Based on Aluminosilicates for High-Efficiency Hydrotreating of FCC Gasoline	45
<i>T. S. Bogomolova, V. S. Krestyaninova, P. P. Dik, K. A. Nadeina, P. P. Mukhacheva, A. A. Salomatina, Yu. V. Vatutina, O. V. Klimov.</i> Effect of Catalysts Properties on the Mixture of Chlorine-Containing Plastic Thermolysate with Vacuum Gas Oil Hydroprocessing.	50
<i>O. V. Klimov, P. P. Dik, I. S. Golubev, K. A. Nadeina, A. A. Salomatina, T. S. Bogomolova, V. S. Krestyaninova.</i> The Technical Capabilities of Boreskov Institute of Catalysis SB RAS and Testing Results for The Catalysts Of Oil Refining And Petrochemistry	57
<i>P. P. Mukhacheva, Yu. V. Vatutina, K. A. Nadeina, S. V. Budukva, O. V. Klimov.</i> Prospects for the development of Synthesis Technology and the Application of Bulk Granular Catalysts in Hydrotreating Processes	65

К. Гарсия Серпас¹, М. П. Филина¹, Н. Н. Лашманов², Л. В. Камелина³

¹ООО «Инжиниринговый химико-технологический центр», г. Томск,

²Федеральный исследовательский центр проблем химической физики

и медицинской химии РАН, г. Черноголовка,

³ООО «ЛИНК», г. Нижний Новгород

link@lukoil.com

Опыт применения PINN для кинетического моделирования олигомеризации этилена с получением линейных высших олефинов на карбоксилатах циркония

Статья посвящена применению физически информированных нейронных сетей (Physics-Informed Neural Networks, PINN) для кинетического моделирования процесса олигомеризации этилена в линейные высшие α -олефины (ЛАО) на катализаторе на основе карбоксилатов циркония. Описаны основные стадии каталитического процесса олигомеризации этилена в ЛАО, описываемых распределением Шульца-Флори, а также основные проблемы, затрудняющие создание строгих кинетических моделей. Предложена упрощённая кинетическая модель олигомеризации этилена. Предложен подход на основе PINN с алгоритмом на базе внимания к остаткам RBA-PINN (Residual-Based Attention), обеспечивающий совместную идентификацию кинетических параметров процесса статистической олигомеризации этилена в ЛАО и воспроизведение экспериментальных данных. Приведены результаты применения PINN для обработки экспериментальных данных процесса олигомеризации этилена, полученных в пилотном масштабе, включая графики сходимости потерь и сравнение расчётных и экспериментальных параметров. Показано, что метод PINN позволяет достичь высокой точности описания состава олигомерной смеси при ограниченном объёме экспериментальных данных.

Ключевые слова: линейные высшие α -олефины, олигомеризация этилена, карбоксилаты циркония, физически информированные нейронные сети (PINN), кинетическая модель, распределение Шульца — Флори.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-4-9

K. Garcia Serpas¹, M. P. Filina¹, N. N. Lashmanov², L. V. Kamelina³.

¹ “Engineering Center of Chemical Technology” LLC, Tomsk,

² The Federal Research Center of Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry, Chernogolovka,

³ “LINK” LLC, Nizhny Novgorod

Experience of Using PINN for Kinetic Modeling of Ethylene Oligomerization to Produce Linear Higher Olefins on Zirconium Carboxylates

The article is devoted to application of Physics-Informed Neural Networks (PINN) for Kinetic Modeling of the ethylene oligomerization process into linear higher α olefins (LAO) on the catalyst on the basis of zirconium carboxylates. The main stages of catalytic process of ethylene oligomerization in LAO described by the Schultz-Flory distribution, as well as the main problems that make it difficult to create rigorous kinetic models, are described. A simplified kinetic model of ethylene oligomerization is proposed. A PINN-based approach with an algorithm based on attention to RBA-PINN (Residual-Based Attention) residues is proposed, which provides joint identification of kinetic parameters of the statistical oligomerization of ethylene in LAO and reproduction of experimental data. The results of applying PINN to process experimental data of the ethylene oligomerization process obtained on a pilot scale are

presented, including graphs of loss convergence and comparison of calculated and experimental parameters. It has been shown that the PINN method makes it possible to achieve high accuracy in describing the composition of an oligomeric mixture with a limited amount of experimental data.

Key words: linear higher alpha olefins, ethylene oligomerization, zirconium carboxylates, physics-informed neural networks, kinetic model, Schultz–Flory distribution.

Е. А. Арбузов, Б. А. Шпак

ООО «ЛИНК», г. Нижний Новгород

Evgeniy.Arbuzov@lukoil.com

Повышение эффективности использования ресурсов проектного и экспертного персонала с помощью инструментов приоритизации потребности заказчиков и системы анализа рабочего времени

В работе предложены и обоснованы подходы к повышению эффективности использования проектного и экспертного персонала инжинирингового центра за счет внедрения инструментов приоритизации запросов заказчиков и системы анализа рабочего времени. Рассмотрены основные причины нерациональной загрузки специалистов в условиях многопрофильной деятельности, влияние приоритизации на качество выполняемых задач, ее элементы и отличия для независимых и корпоративных инжиниринговых центров, подходы к учету рабочего времени и ключевых принципы его анализа.

Ключевые слова: эффективность, инжиниринг, ресурсное планирование, анализ рабочего времени, инжиниринговые центры.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-10-17

Е. А. Arbuzov, B. A. Shpak.

“LINK” LLC, Nizhny Novgorod

Improving the Efficiency of Engineering and Expert Personnel Resource Utilization Tools by Means of Customer Needs Prioritization Tools and a Work Time Analysis System

The purpose of the article is to propose and substantiate approaches to improving the utilization efficiency of engineering and expert staff of engineering center by means of implementation of customer request prioritization tools and a work time analysis system. The authors review the main reasons of inefficient workloads of specialists in the context of multidisciplinary activities, the impact of prioritization on the quality of tasks performed, its elements and differences for independent and corporate engineering centers, approaches to work time recording and key principles of its analysis.

Key words: efficiency, engineering, resource planning, work time analysis, engineering centers.

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

ООО «ЛИНК», г. Нижний Новгород

link@lukoil.com

Роль информационно-аналитического инструментария предиктивной аналитики в интеллектуальных системах поддержки принятия решений при мониторинге состояния динамического оборудования

В статье исследуется проблематика перехода промышленных предприятий, эксплуатирующих критически важное динамическое роторное оборудование (в частности, на объектах нефтеперерабатывающих заводов), от стратегии реактивного обслуживания к проактивному управлению надежностью.

Рассматриваются фундаментальные ограничения классических систем вибромониторинга, базирующихся на жестких нормативных уставках, которые не позволяют выявлять деградацию узлов на ранних стадиях.

Предлагается методология интеграции алгоритмов машинного обучения в системы поддержки принятия решений (СППР) инженера-диагноста. Описан математический аппарат формирования интегрального индекса аномальности на базе многомерных эмпирических моделей. На примере турбокомпрессора продемонстрирована эффективность применения предиктивного инструментария, позволившего выявить дефект до достижения аварийных порогов. Применение интеллектуальных СППР снижает риски внеплановых остановов и обеспечивает существенный экономический эффект за счет оптимизации ремонтных циклов.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, вибродиагностика, система поддержки принятия решений, машинное обучение, индекс аномальности, роторное оборудование, турбокомпрессор, техническое обслуживание и ремонт.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-18-21

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

“LINK” LLC, Nizhny Novgorod

The Role of Data Analytics Tools of Predictive Analytics in Intelligent Decision Support Systems during Monitoring the of Rotary Equipment Status

The article reviews the problems of transition of industrial enterprises operating critically important dynamic rotary equipment (in particular, at Refinery facilities) from a reactive maintenance strategy to proactive reliability management. The fundamental limitations of classical vibration monitoring systems based on strict regulatory settings, which prohibit detecting the deterioration of equipment components at early stages, are considered. A methodology for integrating machine learning algorithms into decision support systems (DSS) of a diagnostic engineer is proposed. The mathematical tool for formation of an integral "anomaly index" based on multidimensional empirical models is described. Using the example of a turbo-compressor, the efficiency of predictive tools has been demonstrated, which made it possible to identify a defect before reaching emergency thresholds. The use of intelligent DSS reduces the risks of unscheduled shutdowns and provides significant economic benefits by optimizing repair cycles.

Key words: predictive analytics, vibration monitoring, decision support system, machine learning, anomaly index, rotary equipment, turbo-compressor, maintenance and repair.

A. K. Бузуев, А. Г. Дубов, М. А. Каледина

ООО «ЛИНК», г. Нижний Новгород

link@lukoil.com

Методология обратной связи в строительстве НПЗ и ГПЗ: повышение достоверности календарно-сетевой модели проекта

В статье рассматривается проблема низкой достоверности календарно-сетевых моделей (КСМ) при реализации крупных инвестиционно-строительных проектов нефте- и газоперерабатывающих заводов. Обосновывается, что ключевым фактором повышения достоверности КСМ выступает внедрение системной методологии обратной связи, интегрирующей организационные, информационные и цифровые инструменты. Анализируются современные подходы к сбору, обработке и использованию обратной связи от всех участников проекта. Предложена концептуальная модель непрерывного цикла обратной связи, позволяющая существенно повысить точность прогнозирования сроков и снизить риски отклонений от целевого календарно-сетевого графика.

Ключевые слова: календарно-сетевая модель, обратная связь, достоверность, управление проектами, цифровые инструменты.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-22-25

A. K. Buzuev, A. G. Dubov, M. A. Kaledina.

“LINK” LLC, Nizhny Novgorod

Methodology of Feedback in the Construction of Oil Refineries and Gas Processing Plants: Enhancing the Reliability of the Project Schedule-Network Model

The article reviews the problem of low reliability of calendar and network models (hereinafter referred to as "CNM") in the implementation of large investment and construction projects of Oil Refining and Gas Processing Plants (hereinafter referred to as "Refineries" and "GPPs", respectively). It is proved that the key factor in increasing the CNM reliability is the introduction of a systematic feedback methodology that integrates organizational, information and digital tools. Modern approaches to collecting, processing and using feedback from all project participants are analyzed. A conceptual model of a continuous feedback cycle is proposed, which makes it possible to significantly increase the deadlines forecasting accuracy and reduce the risks of deviations from the target calendar and network schedule.

Key words: calendar and network model, feedback, refinery, GPP, reliability, project management, digital tools..

О. П. Борисова¹, С. Е. Кузнецов², Т. М. Киселева¹, И. В. Ершова¹, С. В. Горкавый³, Р. М. Куменко³

¹ООО «ЛИНК», г. Нижний Новгород,

²ПАО «ЛУКОЙЛ», г. Москва,

³ООО «Ставролен», г. Буденновск

Oxana.Borisova@lukoil.com

Исследование силикагеля-носителя для синтеза окисно-хромовых катализаторов синтеза полиэтилена

Проведен сравнительный анализ российских и зарубежных силикагелей-носителей для получения окисно-хромовых катализаторов полимеризации этилена. Элементный состав силикагелей установлен методами атомно-эмиссионной и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Физико-химические параметры силикагелей исследованы методами термогравиметрии, сканирующей электронной микроскопии,

порометрии, лазерной дифракции и гранулометрического анализа. На основе силикагелей-носителей были синтезированы катализаторы полимеризации этилена, проведены сравнительные лабораторные испытания их активности, а также анализ свойств полученного полиэтилена.

Ключевые слова: силикагель, окисно-хромовые катализаторы, хромсодержащие катализаторы, полимеризация этилена, полиэтилен, морфология частиц.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-26-31

O. P. Borisova¹, S. E. Kuznetsov², T. M. Kiseleva¹, I. V. Ershova¹, S. V. Gorkaviy³, R. M. Kumenko³.

¹“LINK” LLC, Nizhny Novgorod,

²“LUKOIL” PJSC,

³“Stavrolen” LLC

Study of Silica Gel Carrier for Synthesis of Chromium Oxide Catalysts for Polyethylene Synthesis

A comparative analysis of domestic and foreign silica gel carriers for the production of chromium oxide catalysts for ethylene polymerization has been carried out. The elemental composition of silica gels has been determined by atomic emission and energy dispersive X-ray spectroscopy. The physical and chemical parameters of silica gels have been studied by thermogravimetry, scanning electron microscopy, porometry, laser diffraction, and granulometric analysis. Ethylene polymerization catalysts have been synthesized on the basis of silica gels carriers, comparative laboratory tests of their activity have been carried out, as well as an analysis of properties of the resulting polyethylene.

Key words: silica gel, chromium oxide catalysts, chromium based catalysts, ethylene polymerization, polyethylene, morphology of particles.

Б. Д. Кореньков¹, Е. В. Горбачева¹, А. Б. Транковский¹, И. В. Ершова²,

О. П. Борисова², С. Е. Кузнецов³, В. И. Соболев⁴

¹ООО «Саратоворгсинтез», г. Саратов,

²ООО «ЛИНК», г. Нижний Новгород,

³ПАО «ЛУКОЙЛ», г. Москва,

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

link@lucoil.com

Влияние типа распылительного устройства сушилки на активность и прочность многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза пропилена

Установлено влияние способа распыления катализаторной суспензии на качественные характеристики образующегося многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза пропилена в акрилонитрил. Анализ фракционного состава образцов катализатора показал, что при распылении суспензии на промышленной распылительной сушилке с использованием струйной форсунки образуется порошок с высоким содержанием мелкой фракции со средним размером частиц 4 мкм, непригодный для проведения каталитических тестов. Средний размер частиц катализатора, полученного при распылении центробежным атомайзером, составляет более 50 мкм, и этот образец демонстрирует высокую каталитическую активность в реакции окислительного аммонолиза пропилена.

Ключевые слова: акрилонитрил, окислительный аммонолиз пропилена, распылительная сушилка, струйная форсунка, центробежный атомайзер, фракционный состав, каталитическая активность.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-32-35

**B. D. Korenkov¹, E. V. Gorbacheva¹, A. B. Trankovskiy¹, I. V. Ershova²,
O. P. Borisova², S. E. Kuznetsov³, V. I. Sobolev⁴.**

¹“Saratovorgsyntez” LLC,

²“LINK” LLC, Nizhny Novgorod,

³“LUKOIL” PJSC,

⁴Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

Effect of the Spray Type Dryer on the Activity and Strength of a Multicomponent Catalyst for Oxidative Ammonolysis of Propylene

The influence of the catalyst slurry spraying method on the properties of the resulting multicomponent catalyst for the ammoxidation of propylene to acrylonitrile has been determined. Analysis of the fractional composition of the catalyst samples revealed that spraying the slurry in an industrial spray dryer using a pneumatic nozzle yields a powder with a high content of fines (mean particle size of 4 μm), rendering it unsuitable for catalytic testing. In contrast, the catalyst obtained using a rotary atomizer has a mean particle size exceeding 50 μm and exhibits high catalytic activity in the propylene ammoxidation reaction.

Key words: acrylonitrile, propylene ammoxidation, spray dryer, pneumatic nozzle, rotary atomizer, fractional composition, catalytic activity.

Д. С. Канн¹, К. Р. Аргынбаева¹, Ф. М. Султанов^{1,2}, Ю. А. Ускова², С. Ф. Валеев²

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет,

²ООО «ЛИНК», г. Нижний Новгород

Faiz.Sultanov@lukoil.com

Анализ тенденций развития процесса деасфальтизации и его роль в современной нефтепереработке

В работе проведён анализ современных патентов российских и зарубежных авторов. Их работы посвящены оптимизации и интенсификации процесса деасфальтизации – ключевого этапа глубокой переработки нефти для получения деасфальтизата из гудрона. Рассмотрены направления по подбору высокоселективных растворителей, технические решения по модернизации экстракционной колонны, а также схемы комбинирования процесса деасфальтизации с гидрокрекингом и коксованием. Кроме того, проанализированы технологии, позволяющие снизить энергозатраты производства за счёт сокращения расхода тепловой энергии. Практическая значимость работы заключается в систематизации актуальных патентов и выделении наиболее перспективных направлений для модернизации действующих нефтеперерабатывающих заводов, что обеспечит их конкурентоспособность благодаря снижению затрат, улучшению качества продукции и расширению ассортимента выпускаемых нефтепродуктов.

Ключевые слова: гудрон, деасфальтизация, асфальт, гидрокрекинг-остаток, гидрокрекинг, растворитель, энергоносители, оптимизация производства.

D. S. Kapp¹, K. R. Argynbaeva¹, F. M. Sultanov^{1,2}, Y. A. Uskova², S. F. Valeev².

¹Ufa State Petroleum Technological University,

²”LINK” LLC , Nizhny Novgorod

Analysis of Trends in the Development of the De-Asphalting Process and Its Role in Modern Oil Refining

The article analyzes modern patents of Russian and foreign authors. Their works are devoted to the optimization and intensification of the de-asphalting process, a key stage of deep oil refining to obtain de-asphaltic tar from tar. The directions for the selection of highly selective solvents, technical solutions for the modernization of the extraction column, as well as schemes for combining the deasphaltation process with hydrocracking and coking are considered. The technologies allowing to reduce the energy consumption of production by reducing the consumption of thermal energy are also analyzed. The practical significance of the work lies in the systematization of current patents and the identification of the most promising areas for the modernization of existing refineries, which will ensure their competitiveness by reducing costs, improving product quality and expanding the range of petroleum products.

Key words: tar, de-asphalting, asphalt, hydrocracking residue, hydrocracking, solvent, energy carriers, production optimization.

P. B. Петров, П. П. Дик, М. О. Казаков, А. С. Носков

Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН

petrov@catalysis.ru

Предсказательная математическая модель гидрокрекинга вакуумного газойля и ее использование для оптимизации процесса

В статье представлены результаты расчетов показателей процесса гидрокрекинга на основе математической модели с учетом дезактивации катализатора. Использовалась математическая модель с разбивкой реакционной смеси в виде непрерывного распределения углеводородов по температурам кипения. Показано, что существует оптимальная температура для получения максимального выхода средних дистиллятов. Показано, что существует оптимальное соотношение катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга для максимальных выхода средних дистиллятов и времени пробега.

Ключевые слова: гидрокрекинг, вакуумный газойль, кинетическая модель, математическое моделирование.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-39-44

R. V. Petrov, P. P. Dick, M. O. Kazakov, A. S. Noskov.

Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

A Predictive Mathematical Model of Vacuum Gas Oil Hydrocracking and Its Use for Process Optimization

The article presents the results of calculations of the hydrocracking process parameters based on a mathematical model taking into account the catalyst deactivation. A mathematical model has been used, with the reaction mixture breakdown in form of a continuous hydrocarbons distillation by boiling points. It has been shown that there is an

optimal temperature for achieving the maximum yield of middle distillates. It has also been demonstrated that there is an optimal ratio of hydrotreating and hydrocracking catalysts for achieving the maximum yield of middle distillates and longest run time.

Key words: hydrocracking, vacuum gasoil, kinetic model, mathematical modeling.

К. А. Надеина¹, А. А. Саломатина¹, Е. А. Авдеенко², О. В. Климов¹, А. С. Носков¹

¹Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН,

²Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова Сибирского отделения РАН,

lakmallow@catalysis.ru

Перспективы использования отечественных катализаторов на основе алюмосиликатов для высокоэффективной гидроочистки бензина каталитического крекинга

Ужесточение требований к качеству моторных топлив и курс на импортозамещение катализаторов нефтепереработки стимулируют разработку российских катализаторов для селективной гидроочистки бензина каталитического крекинга. Ключевой проблемой данного процесса является неизбежное гидрирование высокооктановых олефинов, приводящее к чрезмерному падению октанового числа продукта (>2 пунктов) при использовании традиционных катализаторов. Для решения данной проблемы предложен СоМо-катализатор на композитном носителе, содержащем аморфный алюмосиликат. Представлены результаты ресурсных испытаний катализатора СоМо/Al₂O₃-ААС, наработанного на промышленном оборудовании, в течение более 1000 часов в превращении широкой и тяжелой фракций бензина каталитического крекинга. Показано, что разработанный катализатор позволяет стабильно получать продукт, соответствующий промышленным требованиям по содержанию серы при умеренном снижении октанового числа.

Ключевые слова: гидроочистка, катализатор, бензин каталитического крекинга, аморфный алюмосиликат.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-45-49

К. А. Nadeina¹, А. А. Salomatina¹, Е. А. Avdeenko², О. V. Klimov¹, А. S. Noskov¹.

¹Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

²N. N. Vorozhtsov Novosibirsk Institute of Organic Chemistry of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

Prospects for the Use of Domestic Catalysts Based on Aluminosilicates for High-Efficiency Hydrotreating of FCC Gasoline

The tightening of motor fuel quality standards, coupled with the policy of import substitution for refining catalysts, drives the development of domestic catalysts for the selective hydrodesulfurization of catalytic cracking gasoline. The key challenge of this process remains the unavoidable hydrogenation of high-octane olefins, which, when conventional catalysts are used, results in an excessive octane number loss of the product (>2 points). To address this issue, a CoMo catalyst supported on a composite support containing amorphous aluminosilicate is proposed. The results of long-term performance tests (over 1000 hours) of the CoMo/Al₂O₃-ASA catalyst, manufactured on industrial equipment, are presented for the conversion of both heavy and full-range FCC gasoline fractions. The results

demonstrate that the developed catalyst consistently produces a hydrotreated gasoline that meets industrial sulfur specifications while maintaining a moderate and industrially acceptable octane number loss.

Key words: hydrotreating, catalyst, FCC gasoline, amorphous aluminosilicate.

**Т. С. Богомолова¹, В. С. Крестьянинова^{1,2}, П. П. Дик¹, К. А. Надеина¹,
П. П. Мухачева¹, А. А. Саломатина¹, Ю. В. Ватутина¹, О. В. Климов¹**

¹Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН,

²Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова Сибирского отделения РАН

bts@catalysis.ru

Влияние свойств катализаторов на гидропереработку смеси термолизата хлорсодержащих пластиков с вакуумным газойлем

Выполнено сравнительное исследование эффективности сульфидных никель-молибденовых каталитических систем, нанесенных на кислотные носители разной природы в процессе гидропереработки смеси термолизата хлорсодержащих пластиков с вакуумным газойлем. С использованием катализаторов, содержащих аморфный алюмосиликат и цеолит Y получены гидрогенизаты, характеристики которых соответствуют требованиям, предъявляемым к сырью каталитического крекинга. Установлено, что сочетание развитой текстуры, многослойности сульфидных пакетов и высокой степени их промотирования никелем демонстрирует наиболее высокие показатели активности в целевых реакциях гидроочистки и гидродехлорирования.

Ключевые слова: переработка пластика, термолизное масло, гидроочистка, цеолит Y, аморфный алюмосиликат, цеолит ZSM-23, NiMo сульфиды.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-50-56

**T. S. Bogomolova¹, V. S. Krestyanninova^{1,2}, P. P. Dik¹, K. A. Nadeina¹,
P. P. Mukhacheva¹, A. A. Salomatina¹, Yu. V. Vatutina¹, O. V. Klimov¹.**

¹Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

²N. N. Vorozhtsov Novosibirsk Institute of Organic Chemistry of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

Effect of Catalysts Properties on the Mixture of Chlorine-Containing Plastic Thermolysate with Vacuum Gas Oil Hydroprocessing

This study compares the effectiveness of sulfide NiMo catalyst systems supported on various acidic carriers in the hydroprocessing of a mixture of chlorinated plastic thermolysate and vacuum gas oil. Catalysts containing amorphous aluminosilicate and zeolite Y were shown to produce hydrotreated products meeting the requirements for catalytic cracking feedstocks. Furthermore, a combination of a developed texture, multilayered sulfide slabs, and a high degree of nickel promotion exhibited the highest activity in the target hydrotreating and hydrodechlorination reactions.

Key words: refining plastic waste, thermolysis oil, hydrotreating, zeolite Y, amorphous aluminosilicate, zeolite ZSM-23, NiMo sulfides.

О. В. Климов, П. П. Дик, И. С. Голубев, К. А. Надеина,

А. А. Саломатина, Т. С. Богомолова, В. С. Крестьянинова

Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН

klm@catalysis.ru

Технические возможности Института катализа Сибирского отделения РАН и результаты тестирования катализаторов нефтепереработки и нефтехимии

Описан парк пилотных технологических стендов Института катализа СО РАН, предназначенных для тестирования катализаторов гидрогенизационных процессов нефтепереработки — различных вариантов гидроочистки, гидрокрекинга, гидродепарафинизации, дегидрирования — специально предназначенных для работы в условиях, максимально приближенных к условиям промышленных установок. Используются реальные промышленные гранулы катализаторов, перерабатываются любые варианты углеводородного сырья — от газов, до фракций, выкипающих до 600°C. Проводится детальный физико-химический анализ катализаторов и определяется большинство характеристик исходного углеводородного сырья и продуктов его переработки, нормируемых ГОСТ. Приведены примеры каталитических тестов и их результаты.

Ключевые слова: катализаторы нефтепереработки и нефтехимии, гидроочистка, гидрокрекинг, гидродепарафинизация, пилотные установки, тестирование катализаторов, аналитический контроль.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-57-64

O. V. Klimov, P. P. Dik, I. S. Golubev, K. A. Nadeina, A. A. Salomatina, T. S. Bogomolova, V. S. Krestyaninova.

Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

The Technical Capabilities of Boreskov Institute of Catalysis SB RAS and Testing Results for the Catalysts of Oil Refining and Petrochemistry

The pilot plants fleet of Boreskov Institute of Catalysis, intended for testing of hydroprocessing catalysts of oil refining – different versions of hydrotreating, hydrocracking, hydrodewaxing, dehydrogenation – and specifically designed for working in conditions as close as possible to the ones of the industrial units, is described. Real industrial catalysts are used, as well as all variants of hydrocarbon feedstock are converted – from gases to fractions boiling up to 700°C. The detailed physico-chemical analysis of catalysts is carried out with determination of most GOST characteristics of initial hydrocarbon feedstock and products. Examples of catalytic tests and their results are given.

Key words: oil refining and petrochemical catalysts, hydrotreating, hydrocracking, hydrodewaxing, pilot plants, catalyst testing, analytical control.

П. П. Мухачёва, Ю. В. Ватутина, К. А. Надеина, С. В. Будуква, О. В. Климов

Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН

mpp@catalysis.ru

Перспективы развития технологии синтеза и применения массивных гранулированных катализаторов в процессах гидроочистки

В статье представлен обзор современных тенденций и перспектив развития технологии синтеза высокоактивных массивных гранулированных катализаторов, а также их применения в процессах глубокой гидроочистки нефтяного сырья. Особое внимание уделяется синтезу оксидных предшественников массивных

NiMo(W)-катализаторов, регулированию морфологии частиц предшественника, его химического и фазового состава. Отдельное внимание уделено возможностям получения гранулированных образцов массивных катализаторов и зависимостям влияния условий гранулирования на свойства получаемых образцов. Помимо этого, обсуждается проблема активирования гранулированных массивных катализаторов, осуществляется поиск взаимосвязей условий сульфидирования с формированием активного компонента. Сделан вывод о том, что массивные катализаторы являются доступной альтернативой нанесенным катализаторам гидроочистки, обеспечивающей получение соответствующих жестким стандартам качества моторных топлив с ультранизким содержанием гетероатомов.

Ключевые слова: гидроочистка, массивные катализаторы, NiMo(W)-катализаторы, гидрирование.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-657-5-65-72

P. P. Mukhacheva, Yu. V. Vatutina, K. A. Nadeina, S. V. Budukva, O.V. Klimov.

Boriskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

**Prospects for the development of Synthesis Technology and the Application
of Bulk Granular Catalysts in Hydrotreating Processes**

This article provides an overview of current trends and future prospects in the synthesis of highly active bulk granular catalysts, as well as their application in the deep hydroprocessing of crude oil. Particular attention is paid to the synthesis of oxide precursors for bulk NiMo(W) catalysts, the control of precursor particle morphology, and its chemical and phase composition. Special attention is given to the possibilities of producing granular samples of bulk catalysts and the relationships between granulation conditions and the properties of the resulting samples. In addition, the problem of activating granular bulk catalysts is discussed, and a search is conducted for correlations between sulfidation conditions and the formation of the active component. A comparison of bulk catalysts with traditional coated systems is also considered, along with the reasons for the use of bulk systems in petroleum refining processes. It has been concluded that bulk catalysts are a viable alternative to supported hydrotreating catalysts, enabling the production of motor fuels with ultra-low heteroatom content that meet stringent quality standards.

Key words: hydrotreating, bulk catalyst, NiMo(W)-catalyst, hydrogenation.