



МИР НЕФТЕПРОДУКТОВ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

входит в перечень ВАК
WORLD OF PETROLEUM PRODUCTS



Малозольные моторные масла: технологии и тенденции применения

6

Технология получения топливного газа для нефтеперерабатывающей промышленности

26

Программные средства планирования и оптимизации технологических схем НПЗ

46

Расчет эффективности собственно моющего действия детергентов

54

ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА «НЕФТЬ И ГАЗ»

добыча, переработка, химия



ОДНО РЕШЕНИЕ ДЛЯ ВСЕХ КНИГ И ЖУРНАЛОВ!



www.epcprof.ru

www.neftemir.ru



Учредитель

Воскресенская Кристиана Александровна
Журнал зарегистрирован Государственным
комитетом Российской Федерации по печати –
свидетельство № 018580 от 5 марта 1999 г.

Издатель

© ООО ЦОП «Профессия»
Генеральный директор Огай А. И.
Шеф-редактор Воскресенская К. А.
Помощник шеф-редактора Безель М. Г.
Компьютерная верстка издательства.
Периодичность выпуска журнала 6 номеров в год.

Контакты

190031, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
Спасский пер., д. 2/44
e-mail: info@neftemir.ru
Цена журнала – свободная
Материалы, поступившие в редакцию, подлежат
обязательному рецензированию
Заявленный тираж 1000 экз.
© ЦОП «Профессия», 2020. Все права
защищены. Никакая часть издания не может быть
воспроизведена в какой бы то ни было форме
без письменного разрешения владельцев
авторских прав.
Оформление, перевод: © ЦОП «Профессия», 2023

Founder

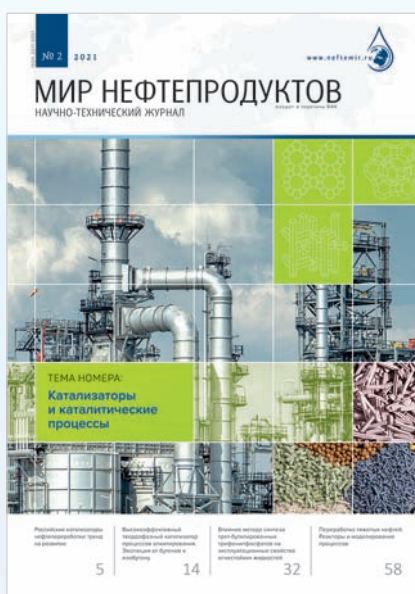
Voskresenskaia Kristiana Aleksandrovna
Journal registered in the State Committee
of the Russian Federation for Press –
Certificate No. 018580 of March 5, 1999.

Publisher

EPC "Professiya"
CEO Ogay A. I.
Chief editor Voskresenskaia K. A.
Chief editor assistant Bezel M. G.
Computer page makeup by publishing house
Frequency: monthly issues, 6 volumes per year

Contacts

190031, Russian Federation, St. Petersburg,
Spasskii per. 2/44
e-mail: info@neftemir.ru
© EPC "Professiya", 2020. All rights reserved
(including those of translation into other languages).
No part of this issue may be reproduced in any form
by photoprinting, microfilm or any other means – nor
transmitted or translated into a machine language
without written permission from the publishers.
Registered names, trademarks, etc. used in this
magazine, even when not specifically marked as such,
are not to be considered unprotected by law.
Design, translation © EPC "Professiya", 2023



СОДЕРЖАНИЕ

НЕФТЕХИМИЯ: ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОЦЕССЫ

- 6 *Золотов В. А., Бакунин В. Н.*
Малозольные моторные масла: технологии и тенденции применения
- 12 *Гадиров А. А., Нагиева Э. А., Фарзалиев В. М., Леонтьева М. Е., Бессонов В. В., Мережкин А. В.*
Синтез производных бензотриазола и их влияние на антиокислительные свойства синтетического смазочного масла
- 18 *Мамедбейли Э. Г., Исмаилова С. В., Джафаров Р. П., Гаджиева Г. Э., Фарзализаде О. М.*
Оптимизация процесса получения аминотоксипроизводных ментола
- 22 *Гусейнова Г. А., Алиева Н. М., Гасимова Г. А., Рашидова С. Ю.*
Исследование катализатора ZSM-5, модифицированного ZR, для процесса алкилирования масляных дистиллятных фракций
- 26 *Попов А. В.*
Технология получения топливного газа для нефтеперерабатывающей промышленности

ЦИФРОВИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 30 *Копыльцова А. Б., Тарасов Б. П., Копыльцов Ю. А.*
Пути решения конфликта между точностью и достоверностью, полнотой и своевременностью измерительной информации. Обзор
- 38 *Гасимова Ф. И., Джафаров Р. П., Агамалиев З. З., Фарзализаде О. М., Гамзаева Г. Н.*
Оптимизация процесса каталитического циклоалкилирования фенола 1-метилциклопентеном
- 46 *Бугаев Е. С., Сафронов Е. М., Зуйков А. В., Ершов М. А., Капустин В. М.*
Программные средства планирования и оптимизации технологических схем НПЗ

ХИММОТОЛОГИЯ

- 54 *Лашхи В. Л., Чудиновских А. Л., Татур И. Р.*
Расчет эффективности собственно моющего действия детергентов

МЕРОПРИЯТИЯ

- 58 **Семинар по анализу нефтепродуктов на выставке «Аналитика-2023»**

Журнал по решению ВАК Минобрнауки России включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук».

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования.

CONTENTS

PETROCHEMISTRY: TECHNOLOGY, PROCESSES

- 6 *Zolotov V. A., Bakunin V. N.*
Low-Ash Motor Oils: Technologies and Application Trends
- 12 *Gadirov A. A., Nagieva E. A., Farzaliyev V. M.*
Synthesis of Benzotriazole Derivatives and their Effect on Antioxidant Properties of Synthetic Lubricant Oil
- 18 *Mammadbayli E. G., Ismailova S. V., Jafarov R. P., Hajiyeva G. E., Farzalizade O. M.*
Optimization of the Process of Obtaining Aminome-thoxy Derivatives of Menthol
- 22 *Huseynova G. A., Aliyeva N. M., Gasimova G. A., Rashi-dova S. Y.*
Study of the Catalyst ZSM-5, Modified Zr, for the Alkylation Process of Oil Distillate Fractions
- 26 *Popov A. V.*
Fuel Gas Production Technology for the Oil Refining Industry

DIGITALIZATION, AUTOMATION, MATHEMATICAL SIMULATION

- 30 *Kopiltsova A. B., Tarasov B. P., Kopiltsov Yu. A.*
How to Resolve the Conflict between Accuracy and Reliability, Completeness and Timeliness of Measurement Information: a Review
- 38 *Gasimova F. I., Jafarov R. P., Aghamaliyev Z. Z., Farzalizade O. M., Gamzaeva G. N.*
Optimization of the catalytic cycloalkylation process of phenol with 1-methylcyclopentene
- 46 *Bugaev E. S., Safronov E. M., Zuikov A. V., Ershov M. A., Kapustin V. M.*
Software Tools for Planning and Optimization of Technological Schemes of Refineries

CHEMMOTOLOGY

- 54 *Lashkhi V. L., Chudinovskikh A. L., Tatur I. R.*
Calculation of the Effectiveness of the Actual Detergent Effect of Detergents

EVENTS

- 58 **Seminar dedicated to petroleum products analysis held at exhibition “Analytica-Expo-2023”**



ДОРОЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

2023

21-22 сентября 2023

Рязань • РОССИЯ

road.3kevents.org



ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ

01

Состояние рынка битумов и ПБВ в РФ и перспективы дальнейшего развития

02

Государство и его роль в улучшении конъюнктуры рынка

03

Развитие сети битумных терминалов

04

Оптимизация логистического сектора

05

Модернизация производств и терминалов

06

Лабораторное оборудование и приборы контроля качества

СПИКЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ



Андрей Козлов

Начальник НТО
Автодор-Инжиниринг



Михаил Славутский

Заведующий лабораторией
ОЦК РосдорНИИ



Омер Окур

Член совета директоров
Okur Makina

В рамках конференции пройдет технический визит на производственную компанию **«АльянсНефтеХим»** в Рязани



При регистрации используйте промокод
РОАД_НЕФТЕПРОДУКТЫ и получите скидку на участие

10%

info@3kevents.org | +7 (495) 120-35-82

3kevents.org

Организатор:



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Капустин В. М. – д-р техн. наук, профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, Москва, Россия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Караханов Э. А. – д-р хим. наук, профессор, МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Башкирцева Н. Ю. – д-р техн. наук, профессор, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия
Винокуров В. А. – д-р хим. наук, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, Москва, Россия
Гришин Н. Н. – д-р техн. наук, профессор, 25-й ГосНИИ химмотологии МО РФ, Москва, Россия
Егазарьянц С. В. – д-р хим. наук, МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия
Ершов М. А. – канд. техн. наук, генеральный директор Центра мониторинга новых технологий, Москва, Россия
Золотов В. А. – д-р техн. наук, профессор, 25-й ГосНИИ химмотологии МО РФ, Москва, Россия
Локтев А. С. – д-р хим. наук, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, Москва, Россия
Лысенко С. В. – д-р хим. наук, МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия
Максимов А. Л. – член-корреспондент РАН, д-р хим. наук, ИНХС им. А. В. Топчиева РАН, Москва
Митусова Т. Н. – д-р техн. наук, профессор, АО «ВНИИ НП», Москва, Россия
Рудяк К. Б. – д-р техн. наук, профессор, Генеральный директор ООО «РН-ЦИР», Москва, Россия
Соловьянов А. А. – д-р хим. наук, профессор, ВНИИ «Экология», Москва, Россия
Спиркин В. Г. – д-р техн. наук, профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, Москва, Россия
У Вэй – профессор, Институт химии, химической технологии и материаловедения Хэйлунцзянского университета, Харбин, КНР
Цветков О. Н. – д-р техн. наук, ИНХС им. А. В. Топчиева РАН, Москва, Россия
Чернышева Е. А. – канд. хим. наук, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, Москва, Россия
Чудиновских А. Л. – д-р техн. наук, генеральный директор АО фирма «НАМИ-ХИМ», Москва, Россия
Ярославов А. А. – д-р хим. наук, член-корреспондент РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

EDITOR-IN-CHIEF

Prof. V. M. Kapustin – Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia

EDITORIAL COUNCIL

Prof. E. A. Karakhanov – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

EDITORIAL BOARD

Prof. N. Yu. Bashkirceva – Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
E. A. Chernishova – Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia
A. L. Chudinovskikh – Firm Nami-Chim Ltd, Moscow, Russia
S. V. Egazar'yants – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
M. A. Ershov – New Technologies Watch Center, CEO, Moscow, Russia
N. N. Grishin – 25th State Research Institute of MD of Russian Federation, Moscow, Russia
Prof. A. S. Loktev – Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia
Prof. S. V. Lysenko – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
Prof. RAS A. K. Maksimov – A. V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, RAS, Moscow, Russia
Prof. T. N. Mitusova – All-Russian Research Institute of Oil Refining, Moscow, Russia
Prof. K. B. Rudyak – RN-CIR, CEO, Moscow, Russia
Prof. A. A. Solov'yanov – All-Russian Research Institute of Ecology, Moscow, Russia
V. G. Spirkin – Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia
O. N. Tsvetkov – A. V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, RAS, Moscow, Russia
V. A. Vinokurov – Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia
Prof. Wu Wei – Institute of Chemistry, Chemistry technology and Materials Science, Heilongjiang University, People's Republic of China
Prof. A. A. Yaroslavov – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
Prof. V. A. Zolotov – 25th State Research Institute of Chemmotology of MD of the Russian Federation, Moscow, Russia

ЛИДЕРЫ РОССИИ И СТРАН СНГ:

ТЕРМИНАЛЫ 2023

Развитие терминалов нефтегазовой отрасли:
вызовы и решения

9-10 октября, Сочи, отель Swissotel Kamelia

ПОДРОБНЕЕ
О МЕРОПРИЯТИИ

ОРГАНИЗОВАНО



Ключевые темы:

- Обзор отрасли: перспективы развития терминалов, изменение рынка, цепочек и мощностей, государственное регулирование деятельности портовой отрасли, инвестиции в развитие инфраструктуры, перспективные направления отгрузок
- Планы развития терминалов
- Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию новых терминалов
- Технологии
- Оснащение терминалов, решения в рамках импортозамещения
- Операционная эффективность, цифровизация

ЛИДЕРЫ РОССИИ И СТРАН СНГ:

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ 2023

Конференция и выставка по технологиям
производства минеральных удобрений

11-12 октября, Сочи, отель Swissotel Kamelia

ПОДРОБНЕЕ
О МЕРОПРИЯТИИ



СПОНСОР:



ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ:



Ключевые темы:

- Рынок удобрений: тенденции и перспективы
- Реализация инвестиционных проектов: финансирование, проектирование, работа с EPC-подрядчиками
- Оборудование, катализаторы и решения для химической промышленности
- Модернизация имеющихся мощностей и оптимизация работы действующих агрегатов
- Производство азотной кислоты, нитратов и карбамида. Инновационные удобрения, содержащие азот в доступной для растений форме
- Получение синтез-газа, аммиака и метанола. Лучшие практики
- Производство фосфорных удобрений и серной кислоты
- Сложные, комбинированные и смешанные удобрения. Последние достижения производителей
- Хранение и транспортировка удобрений. Логистика

ЛИДЕРЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ РОССИИ:

ЛУКОЙЛ 2023

Техническая конференция и выставка ПАО "ЛУКОЙЛ" –
достижение лидирующих позиций в области переработки

23-24 ноября, Нижний Новгород

ПОДРОБНЕЕ
О МЕРОПРИЯТИИ



ПАРТНЕР:



Ключевые темы:

- Приоритетные направления развития предприятий компании ПАО «ЛУКОЙЛ». Устойчивое развитие
- Вызовы и задачи при реализации проектов в текущих условиях. Импортозамещение и реинжиниринг
- Цифровая трансформация и автоматизация
- Повышение операционной эффективности процессов
- Технологии и решения: процессы, оборудование, логистика
- Улучшение производительности активов
- Каталитические и термические процессы, решения для них
- Подходы к реализации проектов и инновационному развитию

ОРГАНИЗАТОР:



+7 915 315-44-41

www.enleader.ru info@enleader.ru

Золотов В. А.¹, д-р техн. наук; Бакунин В. Н.², д-р хим. наук
(¹ 25-й Государственный научно-исследовательский институт химмотологии Министерства обороны Российской Федерации, Москва; ² ООО «ЛЛК-Интернешнл», Москва)

МАЛОЗОЛЬНЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА: ТЕХНОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ

Ключевые слова: дизель, бензиновый двигатель, моторные масла, сульфатная зола, свойства, спецификация, метод испытания.

Представлена аналитическая информация о разработке и внедрении мало- и беззольных моторных масел в спецификациях для перспективных автомобильных двигателей с учетом глобальных тенденций в развитии двигателестроения. Рассмотрены технологии беззольных бустеров щелочного числа различного состава и строения в моторных маслах, а также особенности применения масел новых категорий, включающих ограничения по содержанию в них сульфатной золы.

УДК 621.43:621.892

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-6-10

Современное развитие двигателестроения сопровождается соблюдением соответствия глобальным тенденциям в обеспечении экологической безопасности эксплуатации автомобильного транспорта. Автопроизводители соблюдают ограничения по выбросам оксидов углерода, а для дизельных двигателей — преимущественно по выбросам оксидов азота и твердых частиц за счет оснащения двигателей системами селективного каталитического восстановления (Selective Catalytic Reduction — SCR), фильтрами твердых частиц (Gasoline, Diesel Particular Filters — GPF, DPF) и системами рециркуляции отработанных газов (Exhaust Gas Recirculation — EGR).

Совершенствование конструкции указанных двигателей, расширение диапазона условий их эксплуатации обуславливают особенности требований к физико-химическим и эксплуатационным свойствам применяемых моторных масел, что, в свою очередь, предусматривает изменения в химическом составе последних. На основе актуальных экологических требований получили развитие и широкое применение масла со средним и низким содержанием сульфатной золы, фосфора и серы (Middle & Low Content Sulfated Ash, Phosphorus and Sulfur — SAPS), нормированные значения которых регламентированы в глобальных спецификациях и ряде спецификаций производителей оригинального оборудования (Original Equipment Manufacturer — OEM). Повышенное содержание указанных элементов и сульфатной золы оказывает негативное воздействие на эффективность функционирования систем очистки

и нейтрализации отработанных газов. Сульфатная зола в масле дополнительно влияет на образование отложений в зоне цилиндропоршневой группы, на лопатках и в патрубке турбонагнетателя, а также на седлах клапанов.

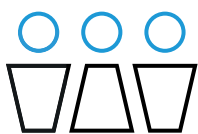
В более ранних спецификациях на моторные масла ограничения по содержанию сульфатной золы были менее жесткими или вовсе отсутствовали. В настоящее время в североамериканских спецификациях API (American Petroleum Institute) содержанию сульфатной золы в моторных маслах не уделяется должного внимания, а в спецификациях Международного комитета по стандартизации и утверждению смазочных материалов (International Lubricant Standardization and Approval Committee — ILSAC) на масла для бензиновых двигателей норма на этот показатель не регламентируется. В частности, в США указывается лишь принадлежность масел к полно- или среднезольным (MidSAPS), но не к малозольным. Так, спецификация API на масла категории CH-4 (1998 г.) не ограничивала содержание SAPS, а типичное содержание сульфатной золы при этом варьировалось в диапазоне 1,5–1,8 %масс.

Отсутствие ограничений по содержанию SAPS в моторных маслах способствует достаточно высокому их нейтрализующему потенциалу и продолжительному интервалу до замены. Согласно международным требованиям, в моторных маслах для бензиновых двигателей сульфатная зольность не должна превышать 1,5 %масс., для дизельных

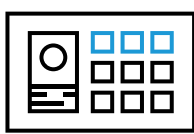
РОССИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС



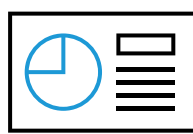
RNTK



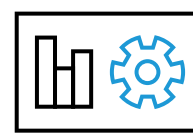
400+ делегатов



3 дня общения



25+ технических
и постерных сессий



150+ технических
презентаций

RNTK является продолжателем традиций Российской нефтегазовой технической конференции, которая проводится ежегодно в октябре уже 15 лет и заслуженно является значимым событием для профессионалов нефтегазовой отрасли. Ученые и инженеры, руководители и молодые специалисты, представители нефтегазодобывающих компаний, сервисных предприятий и научно-исследовательских институтов собираются вместе раз в год на площадках конференции для обмена опытом и достижениями, для дискуссий и дебатов, а также для долгожданных встреч с единомышленниками и друзьями.

Возможности для вашего продвижения на рынке

Конгресс и выставка привлечет в качестве участников ключевых менеджеров компаний, что обеспечит вам, как партнеру Конгресса, уникальные возможности для встречи с новыми заказчиками. Большой зал будет удобным местом для размещения стенда вашей компании. Выбор одного из партнерских пакетов позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка.

Контактная информация

+7 (495) 190-7216

info@rntk.org

Дата и место проведения конгресса

31 октября - 2 ноября 2023

Отель Холидей Инн Сокольники

Москва, ул. Русаковская, 24



www.rntk.org

Гадиров А. А., канд. хим. наук; Нагиева Э. А., д-р техн. наук; Фарзалиев В. М., академик
(Институт химии присадок им. акад. А. М. Кулиева, Баку)
E-mail: qadirov.58@mail.ru

СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗОТРИАЗОЛА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО СМАЗОЧНОГО МАСЛА

Ключевые слова: N-производные бензотриазола, синтетические смазочные масла, присадка, окисление, вязкость.

Синтезированы новые N-[арил(алкиларил)аминометил]-1,2,3-бензотриазолы. Изучены их антиокислительные свойства в составе синтетического смазочного масла. Строение полученных соединений подтверждено ИК- и ЯМР-спектроскопией.

N-[арил(алкиларил)аминометил]-1,2,3-бензотриазолы исследованы в качестве присадок к синтетическим смазочным маслам. Показано, что синтезированные антиоксиданты заметно задерживают при 225 °С процесс окисления сложнэфирных масел и по эффективности превосходят известный ингибитор фенол-α-нафтиламин.

УДК 547.791.7: 547.791.8

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-12-16

Введение

Одна из важных задач современной нефтехимии заключается в создании эффективных смазочных масел, обеспечивающих надежную работу машин и механизмов.

Вместе с тем изготовление смазочных масел в соответствии с требованиями в основном осуществляется путем добавления присадок [1, 2].

В связи с этим важно предотвратить окисление синтетических смазочных материалов, применяемых в авиации, при высоких температурах, и повысить термоокислительную стабильность (ТОС) в процессе эксплуатации. Данную проблему принято решать добавлением антиокислительных присадок (антиоксидантов). Основная функция таких присадок при окислении заключается в разрыве кинетической цепи реакции через взаимодействие с гидропероксидными и пероксидными радикалами в жидкой фазе при окислении, превращающее их в неактивные соединения [3].

В контексте поиска эффективных присадок к синтетическим маслам вызывает интерес изучение вторичных аминов с гетероциклическим фрагментом в их молекуле.

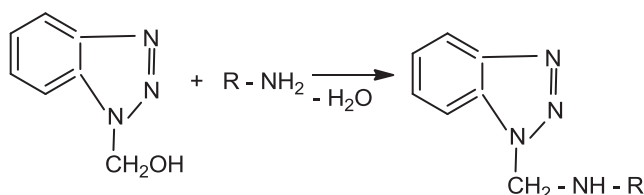
С этой точки зрения 1Н-бензотриазол представляет собой универсальный синтетический реагент, обладающий многими преимуществами [4].

Следует отметить, что бензотриазол и его производные, наряду с интересными биологическими свойствами, имеют широкий спектр применения. N-производные бензотриазола обеспечивают долговременную защиту от коррозии сплавов цветных металлов [5].

Экспериментальная часть

В представленной работе с целью поиска эффективных присадок были синтезированы и исследованы некоторые соединения 1-N-[арил(алкиларил)аминометил]-1,2,3-бензотриазола, улучшающих ТОС синтетических смазочных масел.

Указанные соединения получены конденсацией 1-оксиметил-1,2,3-бензотриазола [6, 7] с различными первичными арил(алкиларил)аминами в условиях реакции Манниха по следующей схеме:



R=C₆H₅CH₂-; 2-НОС₆H₄-; С₆H₅-; -С₆H₄COOC₄H₉-4;
-С₆H₄-NO₂-4; 1-С₁₀H₇-

31 ОКТЯБРЯ - 3 НОЯБРЯ 2023

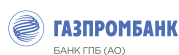


XII ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГАЗОВЫЙ ФОРУМ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1
+7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2626), GF@EXPOFORUM.RU

18+



@GASFORUMSPB

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА НАШ TELEGRAM-КАНАЛ
И ЧИТАЙТЕ НОВОСТИ
РАНЬШЕ ВСЕХ!

GAS-FORUM.RU

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АМИНОМЕТОКСИПРОИЗВОДНЫХ МЕНТОЛА

Ключевые слова: аминотоксипроизводные ментола, оптимизация, регрессионная модель, адекватность.

На базе экспериментальных данных разработана регрессионная математическая модель процесса получения аминотоксипроизводных ментолового ряда на основе трехкомпонентной реакции Манниха с участием ментола, формальдегида и вторичных аминов, отражающая влияние ключевых технологических факторов (соотношение исходных реагентов (моль/моль), температуры (°C) и продолжительности реакции (ч)) на выход целевого продукта (%). Проведен статистический анализ полученной модели, доказано ее соответствие экспериментальным данным. Найдены оптимальные значения входных параметров, при которых достигается максимальное значение выхода аминотоксипроизводных ментола.

УДК 547.541.3, 547.542.7

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-18-21

Введение

Производные ментола находят широкое применение в качестве хиральных вспомогательных агентов в органическом синтезе. В данном контексте следует особо отметить аминотокси-производные ментола, используемые в ряде областей промышленности и техники [1–4]. В указанных работах было показано, что аминотоксипроизводные ментола обладают высокой биологической активностью — в частности, антибактериальными и антифунгальными свойствами в отношении различных патогенных микроорганизмов. Один из удобных методов получения этих соединений — трехкомпонентная реакция Манниха с участием ментола, формальдегида

и вторичных аминов. Для нахождения оптимальных условий реакции, обеспечивающих максимальный выход целевого продукта, было изучено влияние температуры, продолжительности опыта и мольного соотношения реагентов на выход целевого продукта. Температуру реакции варьировали в пределах от 60 до 100 °C, продолжительность опытов — от 3 до 5 ч, мольное соотношение реагентов — от 1:0,5 до 1:1,25.

Исследования и результаты

Чтобы установить количественные соотношения, отражающие влияние основных факторов технологического режима (температура реакции X_1 , °C; про-

Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер опыта	Входные переменные						Выходной параметр	
	Кодированные			Натуральные			Выход целевого продукта, %	
	X_1	X_2	X_3	$T, ^\circ\text{C}$	Время, ч	Мольное соотношение	$Y_1^a, \%$	$Y_1^b, \%$
1	+	+	+	100	5	1:1,25	55	56,9
2	+	+	–	100	5	1:0,5	61	61,5
3	+	–	+	100	3	1:1,25	57	56,5
4	+	–	–	100	3	1:0,5	60	60,8
5	–	+	+	60	5	1:1,25	58	58,5
6	–	+	–	60	5	1:0,5	59	60,3
7	–	–	+	60	3	1:1,25	55	56,4
8	–	–	–	60	3	1:0,5	55,5	56,5
9	0	0	0	80	4	1:0,875	58,8	
10	0	0	0	80	4	1:0,875	58,0	58,75
11	0	0	0	80	4	1:0,875	59,5	

Примечание: «+» — кодированное значение верхнего уровня; «–» — кодированное значение нижнего уровня; «0» — для базового уровня.

Гусейнова Г. А., д-р техн. наук; Алиева Н. М., канд. хим. наук; Гасымова Г. А.;

Рашидова С. Ю., канд. техн. наук

(Институт нефтехимических процессов им. Ю. Г. Мамедалиева Министерства науки и образования Азербайджанской республики, Баку)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРА ZSM-5, МОДИФИЦИРОВАННОГО ZR, ДЛЯ ПРОЦЕССА АЛКИЛИРОВАНИЯ МАСЛЯНЫХ ДИСТИЛЛЯТНЫХ ФРАКЦИЙ

Ключевые слова: ZSM-5, модифицированный цеолит ZSM-5-ZrO₂, X-RAY-дифракция, фазовый состав, алкилирование, масляные фракции, индекс вязкости.

Проведены рентгенографические исследования методом X-RAY цеолита ZSM-5, модификатора цирконилхлорида ZrOCl₂·6H₂O и модифицированного цеолита ZSM-5-ZrO₂, прокаленного при температурах 200, 400 и 550 °С. Определено, что фазовый состав образцов модифицированного цеолита ZSM-5-ZrO₂ изменяется в зависимости от температуры прокаливания. Повышение температуры от 200 до 550 °С способствует переходу аморфной фазы к кристаллической. Кристаллическая структура катализатора ZSM-5-ZrO₂, прокаленного при 550 °С, способствует увеличению его активности, в результате чего в процессе алкилирования газами каталитического крекинга значительно улучшаются вязкостно-температурные свойства дистиллятной фракции турбинного масла Т-30 (индекс вязкости увеличивается от 49,9 до 137).

УДК 665.652

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-22-25

Введение

Цеолитсодержащие катализаторы в последнее время находят все большее применение в процессах алкилирования бензиновых фракций или их смесей с пропан-бутановыми фракциями [1–4], алкилирования бензола этиленом [6, 7], пропиленом [8, 9]. При алкилировании масляных фракций газами каталитического крекинга исследованы промышленные катализаторы Цеокар-2, Цеокар-600 и Омникат 210П [10–15]. Определено, что в процессе алкилирования повышаются кинематические вязкости и индексы вязкости дистиллятных масляных фракций.

Известно, что поверхность цеолитных катализаторов при проведении каталитических процессов должна иметь пористую структуру, так как активность, стабильность, прочность и другие физико-химические свойства катализаторов зависят от морфологического строения (пористости) его поверхности. В связи с этим особое внимание уделяется изучению кислотно-щелочных свойств их поверхности. Зная, как ведут себя кислотные центры Брэнстеда и Льюиса в зависимости от условий на поверхности катализатора, можно выбрать тип последнего. Изучение природы и состава активных центров на каждой стадии процесса позволяет целенаправленно регулировать поверхностные свойства катализаторов. Таким образом, модифицируя используемые в процессе катализаторы различными анионами и катионами, т. е. целенаправленно изменяя свойства поверхности, можно регулировать свойства и выход продукта, получаемого в процессе. При проведении этих исследований применяют различные

физико-химические методы, позволяющие получать информацию о составе и строении катализаторов. С этой точки зрения интерес к цеолитам обусловлен их экономической эффективностью, тонкой пористостью морфологической структуры поверхности и высокими кислотно-основными свойствами.

Литературный обзор

В превращении прямогонного бензина и его смеси с пропан-бутановой фракцией композиционно-каталитические системы на основе цеолитов, модифицированных переходными металлами и содержащие сульфатированный или вольфраматный диоксид циркония, обладают низкотемпературной изомеризационно-синкретизационной активностью [1–3].

В превращении прямогонных бензиновых фракций исследованы биметаллические катализаторы на основе цеолита HZSM-5, модифицированные медью, кобальтом и бором [4]. Установлено, что введение в цеолит модификаторов (Cu, Co, B) приводит к значительному уменьшению силы и концентрации кислотных центров.

Введение металлов в цеолитную матрицу позволяет получать бифункциональные катализаторы, выполняющие функции дегидрирования-гидрирования и перегруппировки карбокатионов. Введение ионов металлов в каркас цеолита сопровождается нейтрализацией части протонных центров (центров Брэнстеда) и появлением новых льюисовских кислотных центров, которые содержат катионы Cu²⁺ и Co²⁺ [5].

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНОГО ГАЗА ДЛЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: газ, водород, печь, топливо, состав, утилизация, фаза, эжектор, установка, способ, смешение, сжатие, углеводород, аппарат, очистка.

Снижение энергозатрат на производство и снижение загрязнения воздуха — одна из ключевых задач современной нефтепереработки. К основным источникам загрязнения атмосферного воздуха на нефтеперерабатывающих заводах относятся: трубчатые нагревательные печи (50 %), реакторы технологических установок (12 %), факелы (29 %) и битумные установки (9 %). Поэтому разработка и внедрение методов снижения вредных выбросов и увеличения энергоэффективности при сжигании топлива представляют собой одну из главных природоохранных задач. В процессе нефтепереработки образуется большое количество газовых компонентов, разной потенциальности, давления и однородности среды. Образующие газы, как правило, направляются на факел в качестве утилизируемого продукта, а недостаток энергоресурсов компенсируется использованием жидкого топлива или природного газа. Чтобы выполнить поставленную задачу, автором была разработана установка получения композиционного топливного газа для печей нефтепереработки и получен новый композиционный топливный газ на основе водородсодержащего и углеводородного газов собственной выработки. В состав композиционного топливного газа включен «отдувочный» водородсодержащий газ, ранее сжигающийся на факеле.

УДК 621.694.2; 662.769; 665.632; 665.723

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-26-29

Современная нефтегазоперерабатывающая промышленность — одно из наиболее энергозатратных производств среди прочих отраслей топливно-энергетического комплекса. Качественное использование получаемых газов нефтепереработки как топлива для технологических печей, состав и теплотехнические свойства которых меняются во времени, предъявляет особые требования к организации экономичного и безопасного его сжигания с минимальным выходом токсичных продуктов сгорания и к обеспечению соответствия характеристик факела требованиям технологических процессов.

Из-за значительных рисков при использовании низкопотенциальных газов (НПГ), имеющих низкое давление, высокое содержание примесей или кислых компонентов, а также низкую теплотворную способность (как например «отдувочный» ВСГ установок каталитического риформинга, блока короткоциклового адсорбции и др.), их направляют для утилизации на факельные установки как невосстановленную долю газов и паров.

Большинство площадок нефтеперерабатывающих производств (ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Газпром нефть», ПАО «НК «Роснефть») имеют схожие схемы получе-

ния базовых газовых потоков. В качестве газового топлива для технологических печей используют так называемый «жирный газ» — углеводородный газ технологических процессов, отличающийся высоким содержанием парафиновых углеводородов до C_5 , — или природный газ, поступающий со стороны от поставщиков. Применение «жирного» газа в качестве топлива происходит крайне редко, так как этот газ представляет собой ценное сырье для газофракционирующих установок, что означает необходимость использовать жидкое топливо или природный газ, а значит, снижение энергоэффективности производства. Следовательно, речь идет об оптимизации потребления НПГ, с возможностью сокращения потребления жидкого топлива и природного газа, т. е. повышения энергоэффективности производства. Снижение объема потребления жидкого топлива позволит направить его на дальнейшую переработку (например, на установку гидрокрекинга), что позволяет также решить задачу повышения глубины переработки нефти. Решение этого вопроса заключается в снижении энергетических затрат нефтеперерабатывающих предприятий за счет применения унифицированного композици-

ПУТИ РЕШЕНИЯ КОНФЛИКТА МЕЖДУ ТОЧНОСТЬЮ И ДОСТОВЕРНОСТЬЮ, ПОЛНОТОЙ И СВОЕВРЕМЕННОСТЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ. ОБЗОР

Ключевые слова: нефть, точность измерений, достоверность результатов, свойства измерительной информации.

Сосредоточенность метрологической науки на точности как ключевом свойстве измерительной информации не отвечает потребностям практики, которые гораздо шире и включают достоверность, своевременность, полноту и другие свойства. Сравнительно недавно эти свойства были включены в метрологические стандарты, но это скорее декларация, чем реальная практика. Показано, что между точностью и другими свойствами ИИ существуют противоречия, перерастающие в некоторых случаях в антагонизм. Оценка значимости этих свойств в метрологии возможна при изменении целеполагания с включением в него достижения оптимального управляющего решения и основанного на нем действия как основных целей (наподобие циклов Шухарта — Деминга).

УДК 621.642.8

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-30-37

Парадигма метрологии — достижение максимальной точности результатов измерений. Иные свойства измерительной информации (ИИ) до недавнего времени ее не интересовали. Это оправдано в «чистой науке»: при разработке эталонных установок и материалов, в службе времени, при межлабораторных сравнительных испытаниях (МСИ) и в случаях, когда лаборатории и метрологические центры любой ценой стремятся получить как можно более точный результат, невзирая на затраты времени и других ресурсов. Промышленность и бизнес рассматривают информационную ценность результата анализа с точки зрения возможности принятия оптимального управляющего решения (УР). Ценность ИИ приходится оценивать комплексно, с привлечением теории принятия решений и управления качеством. Помимо точности, это стоимость, доступность, полнота (неполнота, избыточность), объективность, актуальность (своевременность, устаревание или преждевременность), достоверность, полезность, значимость, понятность, репрезентативность, устойчивость и другие свойства. Сравнительно недавно появились первые признаки синтеза теорий/концепций: в стандарт по метрологическому обеспечению ГОСТ Р 8820–2013, раздел 3¹, введены полнота, достоверность, своевременность и актуальность ИИ. Проанализируем проблемы сопряжения метрологических теорий с другими дисциплинами на примерах действующих ГОСТов в контексте методов анализа нефти и нефтепродуктов.

Примечание 1. Чтобы избежать «спора об именах», рассмотрим терминологию каждой теории. Цитируем ГОСТ Р ИСО 5725-1–2002: «...точность — степень близости результата измерений к принятому опорному значению». По отношению к серии измерений она «включает сочетание случайной составляющей и общей систематической погрешности». В зарубежной метрологической литературе используется термин «правильность» (trueness) — степень близости среднего значения большой серии результатов к принятому опорному значению. Этот термин прямо связан с термином «смещение» — bias of the measurement method (систематическая погрешность метода измерений). «Степень близости друг к другу независимых результатов измерений» носит название «прецизионность»; она «зависит только от случайных погрешностей и не имеет никакого отношения к истинному или установленному значению измеряемой величины»². Измерительная модель для оценки точности согласно ГОСТ Р ИСО 5725-6–2002 включает систематическую и случайную составляющие: $y = m + B + e$, где m — среднее значение серии измерений; B , e — соответственно систематическая и случайная составляющие погрешности. Категория «измерительной информации» появляется на стыке теории измерений и теории принятия решений не как синоним «результата анализа», а как новая сущность, для которой реализуется новый набор свойств. В ГОСТ Р 8820–2013 (см. раздел 3) это 1) полнота ИИ (определяет достаточность для понимания состояния наблюдаемого объекта и приня-

¹ ГОСТ Р 8820–2013 «ГСИ. Метрологическое обеспечение. Основные положения».

² Наглядная аналогия — картина попаданий в мишень с центром («десятка»): точность — отклонение от «десятки», а прецизионность — кучность боя.

Гасымова Ф. И.; Джафаров Р. П., канд. техн. наук; Агамалиев З. З., канд. техн. наук;
Фарзализаде О. М.; Гамзаева Г. Н.
(Институт нефтехимических процессов имени академика Юсифа Мамедалиева, Баку)
E-mail: fatimahuseynova89@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО ЦИКЛОАЛКИЛИРОВАНИЯ ФЕНОЛА 1-МЕТИЛЦИКЛОПЕНТЕНОМ

Ключевые слова: фенол, 1-метилциклопентен, катализатор, циклоалкилирование, *п*-(1-метилциклопентил)-фенол, оптимизация.

Приводятся результаты исследования реакции циклоалкилирования фенола 1-метилциклопентеном и расчет регрессионной математической модели процесса. В качестве катализатора процесса использовали КН-30. Исследовано влияние входных факторов (температуры, времени, мольных соотношений исходных компонентов и количества катализатора) на выход и селективность *п*-(1-метилциклопентил)-фенола. Как следствие, найдены оптимальные условия получения *п*-(1-метилциклопентил)фенола с высоким выходом и селективностью. Изучение реакции циклоалкилирования фенола 1-метилциклопентеном в присутствии катализатора КН-30 позволило установить, что высокие показатели выхода целевого продукта (71,2 % по взятому фенолу) и селективности (92,8 % по целевому продукту) были достигнуты при следующих условиях: температура 110 °С, продолжительность реакции 5 ч, молярное соотношение фенола к 1-метилциклопентену 1:1, количество катализатора — 10 % в расчете на взятый фенол. Химическая структура синтезированного *п*-(1-метилциклопентил)фенола подтверждена методами ИК, ЯМР ¹H и ¹³C; определены его физико-химические параметры. Рассчитана регрессионная математическая модель процесса циклоалкилирования, выявлены параметры его оптимального режима. В рамках найденных расчетных оптимальных значений входных переменных был поставлен контрольный эксперимент, который позволил определить выход целевого продукта $Y_1 = 78 \%$, что говорит о приемлемости разработанной регрессионной модели.

УДК 66.095:547.562:547.425

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-38-45

Введение

Каталитические реакции алкилирования фенолов алифатическими и циклическими углеводородами, спиртами и алкилгалогенидами широко описаны в технической литературе [1–5]. Для реакций алкилирования применяли различные кислотные катализаторы: H_2SO_4 , H_3PO_4 , BF_3 , КУ-2; цеолиты, модифицированные различными кислотами, и т. д. [6–12]. Участие этих катализаторов в реакциях алкилирования связано с рядом технических трудностей: коррозией оборудования, загрязнением водоемов, увеличением отходов, утилизацией катализатора без регенерации и др. [13–15].

Цель настоящей работы — изучение процесса получения *п*-(1-метилциклопентил)фенола в присутствии цеолитсодержащего катализатора КН-30, разработка регрессионной математической модели и нахождение оптимальных режимных параметров.

Экспериментальная часть

Исходными продуктами для осуществления реакции циклоалкилирования служили фенол и 1-метилциклопентен (МЦП).

Фенол использовали реактивный препарат, который предварительно перед опытами перегоняли.

1-Метилциклопентен получали дегидратацией циклогексанола. Физико-химические показатели МЦП следующие: $T_{кип} = 75 \text{ °C}$; $\eta_D^{20} = 1,4347$; $\rho_4^{20} = 0,7742$; молекулярная масса (ММ) 82.

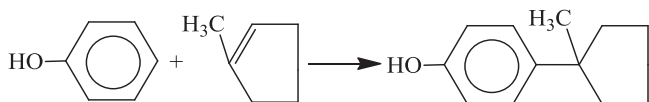
Циклоалкилирование фенола МЦП осуществляли на лабораторной установке периодического действия. В трехгорлую колбу добавляли рассчитанное количество фенола и катализатора; при достижении температуры 40 °С в колбу по каплям добавляли МЦП. После прекращения добавления циклена температуру реакции поднимают до 90–140 °С и перемешивают смесь при этой температуре в течение 2–7 ч.

По окончании работы катализатор отделяют от алкилата; затем реакционную смесь перегоняют. При ректификации сначала при атмосферном давлении отгоняли не вошедшие в реакцию МЦП и фенол (до 200 °С), а затем под вакуумом (666,5 Па) выделяли целевой продукт реакции и определяли его чистоту и физико-химические свойства.

Структуру синтезированного продукта определяли методом ИК-, ¹H- и ¹³C ЯМР-спектроскопии. ИК-спектры образцов регистрировали на ИК-Фурье-спектрометре ALPHA (фирма BRUKER, Германия) в диапазоне волновых чисел 600–4000 см⁻¹. Спектры ¹H и ¹³C ЯМР снимали на приборе BRUKER TOPSPIN (¹H 300,10 МГц) при комнатной температуре в растворах CDCl₃. В качестве стандарта использовали тетраметилсилан.

Результаты и их обсуждение

Циклоалкилирование фенола 1-метилциклопентеном осуществляли по следующей схеме:



Для нахождения оптимальных условий, обеспечивающих максимальный выход *n*-(1-метилциклопентил)-фенола, изучали влияние температуры, продолжительности реакции, мольного соотношения исходных компонентов и количества катализатора на выход и селективность целевого продукта.

Температуру реакции варьировали в интервале 80–140 °С; время реакции составило 1–7 ч, мольное соотношение фенола к МЦП — 0,5...2:1, количество катализатора — 5–15 % от теоретического на взятый фенол.

Для установления количественных соотношений, отражающих влияние основных факторов технологического режима на выходные параметры, были проведены эксперименты, результаты которых представлены в табл. 1.

Для разработки регрессионной модели процесса необходимо выявить функциональную связь между параметрами процесса и использовать ее для дальнейшего прогнозирования процесса.

Учитывая, что числа опытов и выходных переменных составляют соответственно $m = 15$ и $n = 4$, функциональную связь можно представить в виде нелинейного многочлена:

$$Y_k = a_0 + \sum_{i=1}^4 a_i Z_i + \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^4 a_{ij} Z_i Z_j + \sum_{i=1}^4 a_{ii} Z_i^2; \quad (1)$$

где Y_k — выходные параметры; Z_i, Z_j — входные переменные; a_0, a_i, a_{ij}, a_{ii} — коэффициенты регрессионной модели; $i = 1, 2, 3, 4$.

Для определения коэффициентов уравнения (1) использована программа S-plus 2000 Professional [16], которая позволяет в автоматизированном виде рассчитывать данные статистического анализа, коэффициенты регрессионной модели и коэффициенты парной корреляции. Результаты расчетов коэффициентов представлены в табл. 2.

Таблица 1

Зависимость выхода и селективности *n*-(1-метилциклопентил)фенола от условий реакции

№ п/п	Мольное соотношение		Температура, °С	Время, ч	Кол-во кат., %	Выход, %	Селективность, %
	Фенол : МЦП						
1	1:0,5		110	5	10	73,9	94,6
2	1:1		110	5	10	71,2	92,8
3	1:2		110	5	10	49,4	73,2
4	1:1		80	5	10	51,7	82,6
5	1:1		100	5	10	66,1	88,4
6	1:1		110	5	10	71,2	92,8
7	1:1		120	5	10	66,5	87,6
8	1:1		140	5	10	63,0	85,7
9	1:1		110	1	10	40,5	96,4
10	1:1		110	3	10	64,1	95,5
11	1:1		110	5	10	71,2	92,8
12	1:1		110	7	10	67,0	69,7
13	1:1		110	5	5	58,6	96,2
14	1:1		110	5	10	71,2	92,8
15	1:1		110	5	15	74,4	88,3

Таблица 2

Коэффициенты регрессионной модели

Y_k	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_{11}	a_{22}	a_{33}	a_{44}
Y_1	19,71	-8,65	-0,024	13,52	2,2	-3,075	0,00045	-1,2	-0,031
Y_2	117,97	-0,36	-0,087	-2,8	-2,4	-5,56	-0,0005	0,176	0,08

Бугаев Е. С.^{1,2}; Сафронов Е. М.^{1,3}; Зуйков А. В.^{1,2}; Ершов М. А.^{1,2}, канд. техн. наук; Капустин В. М.¹, д-р техн. наук
 (1 РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, Москва; 2 ООО «Центр мониторинга новых технологий», Москва;
 3 Российский университет дружбы народов, инженерная академия, Москва)
 E-mail: a_zyikov@ntwc.ru

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ НПЗ

Ключевые слова: ресурсное планирование, оптимизация, LP-моделирование.

Представлен обзор программных средств, предназначенных для оптимизации или модернизации предприятий нефтеперерабатывающего комплекса.

УДК 004.9; 665.6

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-46-53

Введение

Процесс планирования затрагивает практически все стадии производства — от корпоративного уровня до оптимизации и финансов. Он заключается в координации деятельности отделов снабжения сырьем и реагентами, отдела продаж продукции, производственных подразделений НПЗ.

Координация взаимодействия различных структурных подразделений предприятия в первую очередь связана с определением его наиболее экономически выгодного направления развития. К примеру, построение перспективной схемы развития или модернизации НПЗ, равно как и оптимизация отдельных производственных процессов (таких как компаундирование промежуточных продуктов, оптимизация состава товарных нефтепродуктов, поиск наилучшего по характеристике исходного сырья, оптимизация энергопотребления и загрузки производственных мощностей) требуют примене-

ния современных инструментов моделирования и расчета для большого числа переменных. Процесс оптимизации помогает обеспечивать экономические ориентиры для регулировки производства.

На рис. 1 представлена иерархическая схема различных уровней взаимодействия функциональных структурных подразделений.

На *корпоративном уровне* предполагается обязательное решение вопросов стратегического и среднесрочного планирования.

К ключевым задачам стратегического планирования относятся:

- определение перспективной номенклатуры продукции по маржинальности производства;
- оптимизация и реконфигурация схемы нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) в рамках приближения к производству высококачественных и высокомаржинальных продуктов;

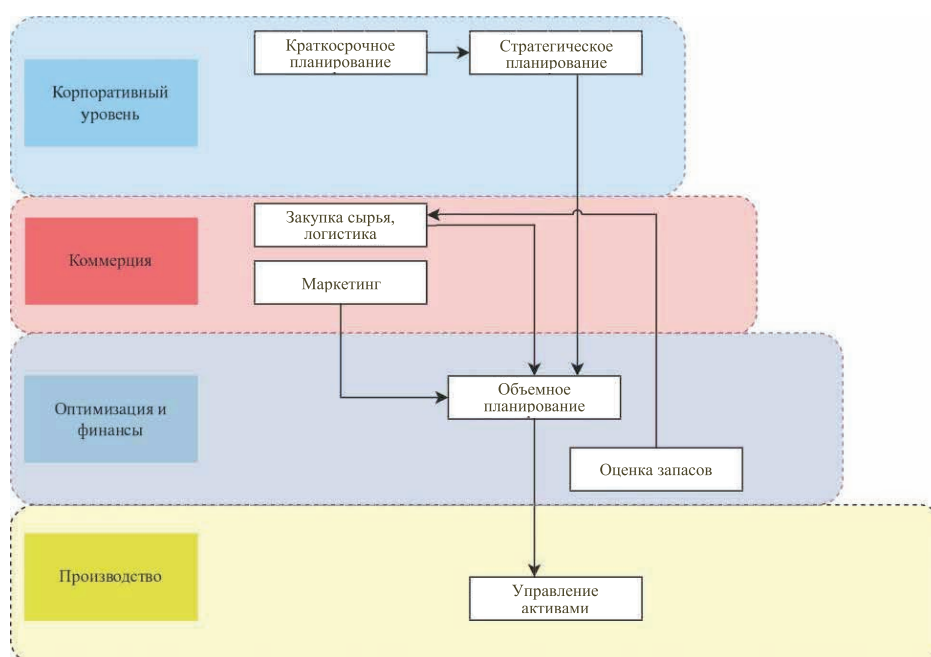


Рис. 1. Пирамида производственных процессов

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОБСТВЕННО МОЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ДЕТЕРГЕНТОВ

Ключевые слова: высокотемпературные отложения, детергенты, солюбилизация, моторное масло, седиментация, оптическая плотность, активные центры.

Детергенты активно нейтрализуют кислые продукты и препятствуют образованию отложений при высоких температурах. Это реализуется путем солюбилизации и через формирование из мицелл детергентов адсорбционных слоев. В статье рассмотрены аспекты возможного расчета моющего действия детергентов.

УДК 621.643.03.665.61

DOI: 10.32758/2782-3040-2023-0-5-54-56

Образование отложений при высокой температуре — высокотемпературных отложений (ВТО) — представляет проблему для любого современного ДВС. Поэтому их изучению в мировой практике уделяется особое внимание. При этом акцент делается не только на экспериментальную оценку этой характеристики, но и на возможные способы ее расчета и прогнозирования [1].

В моторных маслах с ВТО призваны бороться специальные присадки — детергенты. Это, как правило, основная составная часть любого моторного масла, вне зависимости от уровня его эксплуатационных свойств.

Детергенты отличаются по составу, строению и величине щелочного числа. Их функции в составе моторного масла сводятся к снижению образования ВТО и нейтрализации продуктов окисления масла или любых других продуктов кислого характера, попавших в моторное масло в процессе его работы в ДВС. Указанные функции не типичны для любых других функциональных присадок, вовлекаемых в производство масел.

В борьбе с ВТО детергент проявляет эффективность собственно моющего действия (ЭСМД). Данная отличительная особенность детергентов, а также их практическая значимость требовали рассматривать поведение детергентов с акцентом на ЭСМД. При этом, не ограничиваясь содержательной интерпретацией процесса, предпочтение отдавали его количественному описанию. Такой подход, с одной стороны, позволяет оптимизировать приемы и способы наиболее надежной экспериментальной оценки рассматриваемой технической характери-

стики присадки, а с другой — оперативно и, главное, объективно выбрать наиболее эффективный детергент, одновременно выделив наиболее предпочтительные аспекты его действия.

Образование ВТО происходит в зоне ЦПГ (в высокотемпературной зоне двигателя) между сопредельными поверхностями, а именно боковой поверхностью поршня и поверхностью гильзы цилиндра. В этой зоне в смазочной пленке, разделяющей указанные поверхности, протекают глубокие окислительные процессы с участием частиц дисперсной фазы (ДФ), попадающих сюда из объема масла (картера). Разработка модели оценки ЭСМД детергентов в рамках образования ВТО базировалась на основных положениях химической кинетики и физико-химии поведения сложных коллоидных систем.

Образование ВТО в реакционной зоне на нагретой металлической поверхности ($M_{\text{ВТО}}$) можно интерпретировать как взаимодействие активных центров поверхности металла ($A_{\text{ме}}$) с активными поверхностными центрами ДФ — $A_{\text{ДФ}}$. Тогда по Гугенгейму

$M_{\text{ВТО}} \approx A_{\text{ме}} \cdot A_{\text{ДФ}}$
С увеличением как $A_{\text{ме}}$, так и $A_{\text{ДФ}}$ повышается вероятность образования $M_{\text{ВТО}}$ путем адгезии частиц ДФ на поверхности металла.

Продукты глубоких окислительных превращений масла в зоне ЦПГ в этом случае будут формировать на боковой поверхности поршня своего рода «клеевую подложку», способствующую удерживанию седиментированных частиц ДФ на нагретой металлической поверхности (с повышением времени удерживания $\tau_{\text{уд}}$), а в конечном итоге — образованию ВТО.



VII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ РЫНОК НЕФТЕПРОДУКТОВ РОССИИ И СНГ

2023

24 НОЯБРЯ 2023, МОСКВА, ОТЕЛЬ «БАЛЧУГ КЕМПИНСКИ»



ОРГАНИЗАТОР: 

 WWW.RPI-CONFERENCES.COM



ФОРМАТ КОНФЕРЕНЦИИ



ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
ДИНАМИКА
И КЛЮЧЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
НА ТОПЛИВНОМ РЫНКЕ РФ



СТРАТЕГИЧЕСКАЯ СЕССИЯ
МЕЛКООПТОВЫЙ /
БИРЖЕВОЙ РЫНКИ
МОТОРНОГО ТОПЛИВА



СТРАТЕГИЧЕСКАЯ СЕССИЯ
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
РАЗВИТИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
ТОПЛИВНОГО БИЗНЕСА



СТРАТЕГИЧЕСКАЯ СЕССИЯ
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПУТИ
ОПТИМИЗАЦИИ ВТОРИЧНОЙ
ЛОГИСТИКИ НА ТОПЛИВНОМ РЫНКЕ РФ

АУДИТОРИЯ МЕРОПРИЯТИЯ



Российские
и зарубежные ВИНКИ



Независимые
операторы АЗС



Независимые
трейдеры



Поставщики
оборудования и технологий



Российские
и зарубежные ритейлеры



Госорганы
и профильные НКО

УЧАСТНИКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОШЛЫХ ЛЕТ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



ПАРТНЕРЫ:



ROSTEX

SUBWAY

Benza®



simple

УЧАСТНИКИ:



 +7 (495) 502 54 33

 SvetaM@rpi-inc.ru

 www.rpi-conferences.com

СЕМИНАР ПО АНАЛИЗУ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ВЫСТАВКЕ «АНАЛИТИКА-2023»: МЕРОПРИЯТИЕ, СТАВШЕЕ ТРАДИЦИОННЫМ



Уже в третий раз выставка «Аналитика» принимает семинар, посвященный методам анализа нефти и нефтепродуктов. Вот какие темы освещались на этот раз.

- Презентация новой книги издательства «Профессия» «Топлива и смазочные материалы. Технологии, эксплуатационные свойства и методы испытаний» (Новиков Евгений Анатольевич, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина)



Эту книгу, выходящую в ближайшем будущем в издательстве «Профессия», представил ее главный редактор, кандидат химических наук Е. А. Новиков. Справочник написан ведущими экспертами ASTM International.

Задача справочника — предоставить глубокое, всестороннее руководство по топливам и смазочным материалам на основе оригинальных публикаций-первоисточников. Хотя основными предметами рассмотрения являются нефтяные жидкости, уделено внимание также «ненефтяным» материалам, таким как синтетические смазки, растительные масла и ионные жидкости, которые могут быть использованы в качестве альтернатив нефтяным.

Приведем оглавление этой книги.

Часть I. Процессы получения топлив и смазочных материалов из нефти

- Глава 1. Нефтепереработка
- Глава 2. Переработка использованных масел и вторичная переработка
- Глава 3. Асфальтены: характеристики и моделирование
- Глава 4. Нефтяные парафины
- Глава 5. Процессы ожигения угля: обзор

Часть II: Топлива: функции и свойства

- Глава 6. Сжиженный нефтяной газ
- Глава 7. Автомобильный бензин
- Глава 8. Авиационное топливо
- Глава 9. Автомобильное дизельное топливо, печное топливо, неавиационное газотурбинное топливо и керосин

Часть III. Углеводороды и синтетические смазочные материалы: функции и свойства

Глава 10. Углеводородные базовые масла, получаемые из нефти

Глава 11. Углеводороды для химического и специального использования

Глава 12. Присадки и химия присадок

Глава 13. Синтетические смазки на неводной основе

Глава 14. Синтетические смазки на водной основе

Глава 15. Экологически приемлемые гидравлические жидкости на основе сложных эфиров

Глава 16. Турбинные смазочные масла и гидравлические жидкости

Глава 17. Гидравлические жидкости

Глава 18. Компрессорные масла

Глава 19. Смазки для зубчатых передач

Глава 20. Автомоторные масла

Глава 21. Жидкости для металлообработки

Глава 22. Пластичные смазки

Глава 23. Жидкие теплоносители

Глава 24. Смазочные рабочие технологии закалки стали

Глава 25. Смазки на основе ионных жидкостей: описание и применение

Часть IV. Методы определения свойств и эксплуатационных характеристик

Глава 26. Измерения количества нефти и нефтепродуктов

Глава 27. Анализ жидких топлив и смазок

Глава 28. Элементный анализ

Глава 29. Хроматографические методы анализа топлив и смазок

Глава 30. Анализ нефти, нефтепродуктов и смазок методами инфракрасной спектроскопии

Глава 31. Исследование нефти методом ядерного магнитного резонанса

Глава 32. Масс-спектрометрия в нефтяной промышленности

Глава 33. Летучесть

Глава 34. Определение счетной концентрации частиц в топливах и смазках

Глава 35. Биоповреждение

Глава 36. Измерения температуры

Глава 37. Характеристики сгорания в дизельных двигателях и двигателях с искровым зажиганием

Глава 38. Разработка топлив для аэрокосмических двигателей

Глава 39. Свойства топлив, нефтяного пека, нефтяного кокса и углеродных материалов

Глава 40. Окисление смазок и топлив

Глава 41. Коррозия

Глава 42. Коррозия трубопроводной стали

Глава 43. Текучесть и стабильность к сдвигу

Глава 44. Свойства холодного течения

Глава 45. Экологические характеристики топлив и смазочных материалов

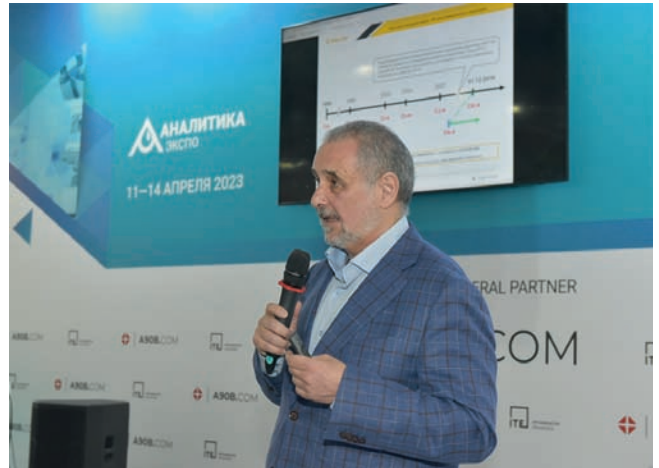
Глава 46. Основные применения смазочных материалов

Глава 47. Трибологические испытания и моделирование

Глава 48. Испытание смазочных материалов на трение и износ

Глава 49. Статистические методы контроля качества измерений для нефти и нефтепродуктов

• **Снижение стоимости эксплуатации техники с помощью мониторинга горюче-смазочных материалов** (Антонов Александр, технический директор ООО «МИЦ ГСМ»)



ООО «МИЦ ГСМ» — ведущая компания, оказывающая услуги по анализу масел в процессе эксплуатации с целью диагностики машин.

Другим направлением работы компании является оценка качества, эксплуатационных свойств и подлинности предлагаемых на рынке продуктов. Для этого необходим тщательный мониторинг горюче-смазочных материалов, применяемых на предприятиях.

На примере организации мониторинга ГСМ на различных типах предприятий показано следующее:

– ГСМ представляют собой неотъемлемую часть процесса эксплуатации техники или оборудования;

– мониторинг ГСМ — этап технологического процесса и составная часть системы ТОиР предприятия;

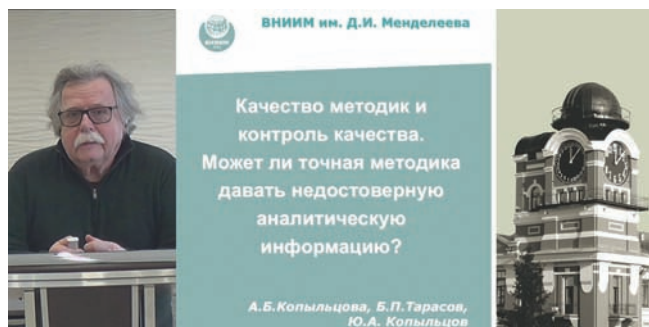
– мониторинг ГСМ — это не только оценка работоспособности смазочных материалов и узлов техники, но и выявление недостатков в снабжении, хранении и обращении смазочных материалов;

– анализ цепочки снабжения смазочными материалами — шаг к снижению эксплуатационных затрат предприятия;

– привлечение к работе по организации мониторинга ГСМ специалистов плановых служб предприятия — важный этап в деле снижения эксплуатационных затрат;

– активное использование знаний в области классификаций ГСМ специалистами инженерных служб предприятия — верный шаг для снижения эксплуатационных затрат.

• **Экспресс-идентификация фальсифицированных синтетических моторных масел методами оптической спектроскопии** (Озерной Максим Игоревич, технический директор группы компаний «ПромЭкоЛаб»)



В докладе Максима Озерного освещались вопросы применения инфракрасной спектроскопии для идентификации подлинных моторных масел и выявления подделок. Этот мощный и информативный метод позволяет быстро и точно идентифицировать масла различных производителей и выявлять некондиционные.

• **Применение методов линейной вольтамперметрии (RULER) и колориметрии мембранного фильтра (MPC) для определения остаточного срока полезной эксплуатации турбинных и компрессорных масел** (Кириухин Михаил Владимирович, специалист по оборудованию ООО «СокТрейд Ко»)

Речь идет о достаточно новых методах определения ресурса работы масла в процессе эксплуатации, а именно об определении остаточного содержания антиоксидантных присадок методом инверсионной вольтамперметрии и определении лакообразующих загрязнителей в работающем масле методом колориметрии мембранного фильтра. Несмотря на новизну этих методов, они уже стандартизованы комитетом ASTM.

• **Элементный анализ смазочных масел и пакетов присадок рентгенофлуоресцентным методом** (Антонова Александра Анатольевна, ведущий инженер лаборатории методик ООО «НПО «СПЕКТРОН»»)

Представитель компании — производителя аналитических приборов рассказала о последних разработках в области рентгенофлуоресцентных анализаторов.

Ca, Zn, Mg, S, P, Cl, Cu, Mo, Ba — активные элементы присадок, контроль содержания которых необходим в следующих случаях:

- оперативный контроль производственного процесса масел и присадок;
- контроль качества готовой продукции;
- входной контроль смазочных материалов;
- контроль рабочих характеристик масла в процессе эксплуатации.

Эти задачи успешно решаются применением экспрессных рентгенофлуоресцентных анализаторов.

• **Качество методик и контроль качества. Современные проблемы метрологической базы и метрологического обеспечения измерений количества и качества нефти и нефтепродуктов** (Тарасов Борис Петрович, ведущий научный сотрудник; Копыльцова Анна Борисовна, старший научный сотрудник; Копыльцов Юрий Александрович, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»)

В докладе сотрудников Всероссийского научно-исследовательского института метрологии имени Д. И. Менделеева освещались теоретические вопросы применения методик анализа.

Измерительная информация — не результат анализа, а более широкое понятие.

Наиболее ценная информация с точки зрения метрологии — точность результата. Она крайне важна для теоретической метрологии, но для бизнеса и техники имеют значение и другие ключевые показатели: полнота (неполнота, избыточность) информации; ее доступность, стоимость, полезность, значимость, репрезентативность.

Поэтому появился стандарт ГОСТ Р 8820, в котором, помимо точности, были декларированы перечисленные выше свойства измерительной информации. Это свойства, необходимые для принятия управляющих решений.

При пользовании неидеальными («суррогатными») измерительными моделями достигнутая точность не всегда соответствует той, что достаточна для принятия управленческих решений. Во многих ситуациях своевременность получения результата играет более важную роль, чем его точность.

Для бизнеса и процессов сдачи-приемки продукции важную роль играет такой показатель, как «запас качества».

Пока метрология слабо связана с теориями управления, но наблюдается постепенное укрепление таких связей. В качестве примера можно привести ГОСТ Р ИСО 17025, предписывающий «учитывать неопределенность измерений при принятии решения о соответствии установленному требованию». Другой пример — ГОСТ Р ИСО 50779.42, посвященный использованию контрольных карт Шухарта для управления качеством путем анализа тенденций и соотношений.

ТЕМЫ НОМЕРОВ НА 2023 ГОД

Цифровизация
и автоматизация
в нефтепереработке
и нефтехимии

Катализаторы
и каталитические
процессы

Инновационные
решения
в технологиях
нефтепереработки

Аналитический
контроль нефти
и нефтепродуктов

Смазочные
материалы
и масла

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Журнал «Мир нефтепродуктов» по решению ВАК Минобрнауки России включён в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук».

Редакция журнала принимает к публикации материалы по тематикам:

- Химия и технология топлива и высокоэнергетических веществ.
- Нефтехимия.
- Экология и аналитический контроль.

Материал для публикации может быть представлен в виде:

- краткого научного сообщения. Объем — 4–5 стр. машинописного текста (А4, кегль 11, междустрочный интервал — одинарный) // 3–4 журнальных полос // 0,35–0,5 усл. печ. л.). Это срочное сообщение о важных предварительных результатах, которые являются весьма оригинальными и представляют большой интерес. Автор излагает и обобщает значительное научное достижение без подробной аргументации и детальных теоретических и логических рассуждений. Такое сообщение печатается вне очереди

и имеет статус полноценной публикации. На основании этого сообщения автор может позже представить в журнал оригинальную исследовательскую работу в виде более развернутой статьи;

- научной статьи. Объем — 6–8 стр. машинописного текста (А4, кегль 11, междустрочный интервал — одинарный) // 5–6 журнальных полос // 0,5–0,7 усл. печ. л. Статья должна содержать новые результаты теоретического, аналитического, практического или экспериментального исследования;
- обзорной научной статьи. Объем — 12–16 стр. машинописного текста (А4, кегль 11, междустрочный интервал — одинарный) // 10–12 журнальных полос // 1,0–1,4 усл. печ. л.

Правила подачи материалов для публикации и договор представлены на сайте neftemir.ru

Ждем встречи с Вами на отраслевых мероприятиях в 2023 г.:

Международная конференция «Дорожные материалы»	21–22 сентября, г. Рязань
XIII Конференция «Модернизация производств для переработки нефти и газа» Нефтегазопереработка-2023	28 сентября, Москва
ЛИДЕРЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ РОССИИ: ЛУКОЙЛ 2023	23–24 ноября, Нижний Новгород
IV Международная научно-техническая конференция «Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырьё, технологии»	26 сентября – 28 сентября, г. Дзержинск
ПМГФ 2023	3–6 октября, Санкт-Петербург
СИНТЕЗИС 2023	9–10 октября, Санкт-Петербург
Российская энергетическая неделя 2023	11–13 октября, Москва
ЛИДЕРЫ РОССИИ И СНГ: МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ 2023	11–12 октября, Сочи
XVII Конференция «Нефтегазовый сервис в России», Нефтегазсервис-2023	26 октября, в Москве
ХИМИЯ 2023	30 октября – 2 ноября, Москва
Российский нефтегазовый технический конгресс	31 октября – 2 ноября, Москва
XVII «МЕЖДУНАРОДНАЯ НЕДЕЛЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ»	9–10 ноября, Москва

Открыта подписка на 2023 год

Стоимость подписки в редакции:
полгода (3 номера): 7200 рублей
год (6 номеров): 14400 рублей
В стоимость подписки входит доставка Почтой России

подписной индекс «Урал-Пресс»:
полгода (3 номера) — 013408
год (6 номеров) — 013393

30.10 – 02.11.2023

www.chemistry-expo.ru



26-я международная
выставка химической
промышленности
и науки

ХИМИЯ

ХИМИЯ



**Инновации
и современные
материалы**



Нефтегазохимия



Startup ChemZone



**Автоматизация
и цифровизация
производства**



Химмаш. Насосы



Хим-Лаб-Аналит



Зеленая химия



Индустрия пластмасс



**Защита от коррозии
«КОРРУС»**

При поддержке:
• Министерства промышленности и торговли РФ
• Российского Союза химиков
• ОАО «НИИТЭХИМ»
• Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
• Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
• РХТУ им. Д.И. Менделеева

Под патронатом ТПП РФ

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

Организатор

12+ Реклама

