ISSN: 2782-3040

№ 2 2022

www.neftemir.ru

МИР НЕФТЕПРОДУКТОВ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

входит в перечень ВАК

WORLD OF PETROLEUM PRODUCTS

Оптимизация процесса каталитического алкилирования циклопентадиенациклогексиловым спиртом 11

Биотехнологический способ очистки нефтезагрязненных почв 20

Технические и экологические аспекты новых требований к эксплуатационным свойствам перспективных моторных масел 37

Современные модификаторы вязкости моторных масел 41

ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА «НЕФТЬ И ГАЗ»

добыча, переработка, химия

ОДНО РЕШЕНИЕ ДЛЯ ВСЕХ КНИГ И ЖУРНАЛОВ!

www.epcprof.ru www.neftemir.ru

Научно-технический журнал
«МИР НЕФТЕПРОДУКТОВ»

Scientific and technical journal
"WORLD OF PETROLEUM PRODUCTS"

Учредитель
Воскресенская Кристиана Александровна
Журнал зарегистрирован Государственным комитетом Российской Федерации по печати – свидетельство N° 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, г. Санкт-Петербург, пер. Спасский, 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 данного издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.
Оформление, перевод: © ЦОП «Профессия», 2020

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 – A. I. Ogay,
Chief editor – K. A. Voskresenskaia,
Chief editor assistant – M. G. Bezel.
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", 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВА И ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

6 *Гурбанов Г. Н., Юсифова Л. М., Мамедъяров М. А., Абдуллаева М. М.*
Синтез сложных эфиров оксипропилирован-ного 2,2,5,5-тетраметилолциклопентанола и исследование их в качестве перспективных смазочных материалов

11 *Гасанов А. Г., Джафаров Р. П., Аюбов И. Г., Гурбанова Ф. С., Фарзализаде О. М.*
Оптимизация процесса каталитического алкилирования циклопентадиенациклогексиловым спиртом

ЭКОЛОГИЯ

20 *Ибрагимова Т. М., Мамедова П. Ш., Бабаев Э. Р., Кахраманова К. Р., Алмамедова А. Э.*
Биотехнологический способ очистки нефтезагрязненных почв

СОБЫТИЯ

24 *Альков И. Д.*
На СПбМТСБ объем реализации нефтепродуктов увеличился в январе – марте на 16 %

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

26 *Гасанова Р. З., Абдуллаева Ю. А., Мухтарова Г. С., Алекперова Н. Г., Алиев Б. М., Алиева С. А., Логманова С. Б., Кафарова Н. Ф.*
Исследование масляных фракций нефти месторождения Западный Абшерон в целях их рационального использования

НЕФТЕХИМИЯ: ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОЦЕССЫ

33 *Джавадов М. А., Агаева М. А., Гасанова Г. М., Гусейнова Р. А., Гасымова Ш. З.*
Синтезы и превращения модифицированных глицидиловым эфиром 4-изопропенилфенола, соолигомеров стирола с диолефинами

ХИММОТОЛОГИЯ

37 *Золотов В. А.*
Технические и экологические аспекты новых требований к эксплуатационным свойствам перспективных моторных масел

41 *Иванов А. В.*
Современные модификаторы вязкости моторных масел

49 **30-летие Союза Нефтегазгазопромышленников России**

50 **Пост-релиз «Нефтегаз-2022»**

Научно-технический журнал **«МИР НЕФТЕПРОДУКТОВ»**

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, г. Санкт-Петербург,
пер. Спасский, 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 данного издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.
Оформление, перевод: © ЦОП «Профессия», 2020

Журнал 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 ученых степеней кандидата и доктора наук».
Журнал включён в Российский индекс научного цитирования.

CONTENTS

CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF FUEL AND HIGH-ENERGY SUBSTANCES

6 *Gurbanov G. N., Yusifova L. M., Mamed'yarov M. A., Abdullaeva M. M.*
Synthesis of esters of oxypropylated 2,2,5,5-tetramethylolcyclopentanol and investigation of them as base of promising lubricating materials

11 *Gasanov A. G., Jafarov R. P., Ayubov I. G., Qurbanova F. S., Farzalizade O. M.*
Optimization of the process of catalytic alkylation of cyclopentadiene by cyclohexyl alcohol

ECOLOGY

20 *Ibragimova T. M., Mamedova P. Sh., Babaev E. R., Kahramanova K. R., Almamedova A. E.*
Biotechnological method of cleaning oil-contaminated soils

EVENT

24 *Alkov I. D.*
The volume of trading in petroleum products in the 1st quarter increased by 16% on the St. Petersburg Stock Exchange

ANALYTICAL CONTROL OF PETROLEUM AND PETROLEUM PRODUCTS

26 *Gasanova R. Z., Abdullayeva Yu. A., Mukhtarova G. S., Alekperova N. G., Aliev B. M., Alieva S. A., Logmanova S. B., Kafarova N. F.*
Study of oil fractions from petroleum of the Western Absheron field for their rational use

PETROCHEMISTRY: TECHNOLOGY, PROCESSES

33 *Javadov M. A., Agaieva M. A., Gasanova G. M., Gusejnova R. A., Gasy'mova Sh. Z.*
Synthesis and transformations of cooligomers styrene with di-olefins modified by glycidyl ethers of 4-izopropenylphenol

CHEMOTOLOGY

37 *Zolotov V. A.*
Technical and environmental aspects of the new requirements for the performance properties of promising motor oils

41 *Ivanov A. V.*
The modern viscosity modifiers of engine oils

49 **30th Anniversary of the Union of Oil and Gas Producers of Russia**

50 **Post-release "Neftegaz-2022"**

Scientific and technical journal **"WORLD OF PETROLEUM PRODUCTS"**

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 – A. I. Ogay,
Chief editor – K. A. Voskresenskaia,
Chief editor assistant – M. G. Bezel.
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", 2020

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 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
Серёгин Е. П. – д-р техн. наук, 25-й ГосНИИ химмотологии МО РФ, 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
Ярославов А. А. – д-р хим. наук, чл.-корр. 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
S. V. Egazar'yants – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
M. A. Ershov – Ph.D., New Technologies Watch Center, CEO, Moscow, Russia
N. N. Grishin – The 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
K. B. Rudyak – RN-CIR, CEO, Moscow, Russia
Prof. *E. P. Seregin* – The 25th State Research Institute of MD of Russian Federation, 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* – The 25th State Research Institute of Chemmotology of MD of the Russian Federation, Moscow, Russia.

ДО ВСТРЕЧИ
ОСЕНЬЮ 2022 ГОДА

GF

XI ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГАЗОВЫЙ ФОРУМ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1
+7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2273, 2626)
GF@EXPOFORUM.RU

18+

GAS-FORUM.RU

Гурбанов Г. Н., д-р хим. наук, Юсифова Л. М., Мамедъяров М. А., д-р хим. наук, Абдуллаева М. М.
(Институт нефтехимических процессов им. акад. Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджанская Республика)
E-mail: huseynqurbanov1948@gmail.com

СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ ОКСИПРОПИЛИРОВАННОГО 2,2,5,5-ТЕТРАМЕТИЛОЛЦИКЛОПЕНТАНОЛА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ключевые слова: реакция этерификации, эфиры оксипропилированного полиола, смазочные масла, эксплуатационные характеристики, корреляционная зависимость.

Реакцией этерификации оксипропилированного 2,2,5,5-тетраметилолциклопентанола (ТМЦП) с алифатическими монокарбоновыми кислотами C_4–C_8 синтезированы сложные эфиры и изучены их физико-химические, вязкостно-температурные, термоокислительные и смазывающие свойства. После определения вязкостно-температурных свойств установлено, что они имеют низкую температуру застывания, средний уровень вязкости при 100 °С, высокий индекс вязкости и температуру вспышки. При определении термоокислительной стабильности эфиров найдено, что они имеют невысокие кислотные числа после окисления, осадок, нерастворимый в изооктане, и невысокую испаряемость. Также определены смазывающие свойства эфиров и получены хорошие результаты. Синтезированные сложные эфиры оксипропилированных неополиолов можно применять в качестве высокотемпературных смазочных масел специального назначения, компонентов или добавок к другим смазочным маслам.

УДК 621.892:547.431.5 DOI: 10.32758/2782-3040-2022-0-2-06-10

Введение

Интенсивное развитие современной техники сопровождается ужесточением требований к смазочным материалам, способным работать при высоких температуре (250 °С и выше) и давлении. В жестких условиях работы смазочного материала, характерных для граничного режима трения, в масла обычно вводят химически активные соединения, механизм действия которых основан на химическом воздействии на металлические рабочие поверхности и образовании пленок, снимающих интенсивность их контакта. Однако химически активные соединения, улучшая смазочную способность масел, могут улучшать и другие эксплуатационные свойства, но могут и вызывать коррозию металлов и усиливать осадкообразование при высокой температуре [1–4].

В связи с этим возникает необходимость синтеза новых химических соединений, не вступающих в реакцию с поверхностью металла, но способных образовывать на металлической поверхности адсорбционные пленки.

Большой научный и практический интерес для поиска таких соединений представляет новый класс сложных эфиров, который определяется их высокой адсорбционной способностью в сочетании со стабильностью к термическому разложению при высокой температуре [5, 6].

Химическая структура сложных эфиров в большой степени влияет на их смазочную способность. Смазочная способность сложных эфиров возрастает с увеличением числа сложноэфирных и метиленовых групп и ростом молекулярной массы [7].

В связи с этим представляется интересным и необходимым синтез новых низкомолекулярных полиэфиров оксипропилированного 2,2,5,5-тетраметилолциклопентанола (ТМЦП) и исследование их в качестве высокотемпературных синтетических масел, компонента или добавки к смазочным маслам.

Экспериментальная часть

Эфиры оксипропилированного ТМЦП получены в 2 этапа. На первом проведено оксипропилирование ТМЦП в автоклаве при температуре 150–160 °С, в течение 5 ч, при соотношении спирт: окись пропилена 1:6 и 1:10, в присутствии катализатора едкого натрия в количестве 1 % на взятую смесь реагирующих компонентов. Продукт оксипропилирования после обычной обработки подвергался вакуумной разгонке для выделения фракций. Простые эфиры оксипропилированного полиола на втором этапе подвергнуты этерификации с монокарбоновыми кислотами по известной методике [5, 8].

Они представляют собой высоковязкие продукты с высокой температурой кипения. После отгонки избытка кислот остаточные эфиры вакуумной перегонке не подвергались из-за большой молекулярной массы.

6. Yanovskiy L. S., Yezhov V. M., Molokanov A. A. et al. Domestic and foreign lubricating oils for aircraft engines. The world of oil products, 2012, No. 9, p. 6.

7. Buyanovskiy I. Ya. Teaching about boundary lubrication: initial period. Chemistry and technology of fuels and oils, 1996, No. 1, p. 46.

8. Mamed"yarov M. A., Gurbanov G. N., Yusifova L. M. Alkyl-substituted esters of cyclic polyols as a base and component of lubricating oils. World of oil products, 2019, No. 5, p. 27.

9. Potapov V. M. Stereochemistry. Moscow: Chemistry, 1988, 464 p.

10. Yusifova L. M. Research of correlation between chemical structure and operational properties of esters of cyclic polyols. Processes of Petrochemistry and oil Refining, 2020, No. 2, p. 242.

11. Tsvetkov O. N. Lubricating oils – the basis of technical progress. The world of oil products, 2008, No. 2, Pp. 23.

12. Mamedyarov M. A., Gurbanov G. N., Aliyeva F. Kh. Esters of cyclic poliols -the basis of the synthetic lubricating oils. East European Scientiic Journal, Poland, 2017, No. 2 (18), p. 79.

ЦЕНТР ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ
ПРОФЕССИЯ

КНИГИ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

20 лет на рынке профессиональной литературы

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ И НЕФТЕХИМИИ!

Каталитический крекинг в псевдоожиженном слое катализатора. Справочник по конструкциям, процессам и оптимизации установок ККФ

Р. Задегбейджи

Перевод с англ. 3-го изд.(2012 г., *Fluid Catalytic Cracking Handbook, Third Edition: An Expert Guide to the Practical Operation, Design, and Optimization of FCC Units*)
под ред. Глаголевой О.Ф.
2014 г., 384 с., 165×235 мм.

Цена: 3 600 рублей

В 3-м издании известного справочника по FCC существенно обновлены разделы по технологическим разработкам, конструкциям установок и инженерным решениям, позволяющим увеличить надежность, эффективность и глубину переработки, сохраняя контроль над затратами. Включены данные последних достижений в области применения добавок к катализаторам, переработки остаточного и глубоко очищенного сырья, устранения недостатков и проблем. Новые главы подробно рассматривают актуальные вопросы поиска неисправностей, оптимизации работы установки. Отдельная глава посвящена системам огнеупорной футеровки, включая примеры монтажа и принципы сушки и закалки. Многочисленные приложения, справочные таблицы и расчеты делают издание максимально практичным. Справочник станет незаменимым руководством для специалистов по FCC благодаря многолетнему опыту автора, обобщению достижений и обзору ноу-хау в этой области за последние 10 лет.

Книга предназначена для инженеров, технологов, менеджеров, осуществляющих проектирование, выбор, эксплуатацию FCC-установок. Она будет полезна специалистам по разработке и внедрению новых инженерных решений и специалистам по каталитическому крекингу.

www.epcprof.ru - заказ on-line и все книги издательства

по тел./факсу: +7 (812) 313-54-14
почтой по адресу: 190020, Санкт-Петербург, а/я 140
по электронной почте: shop@epcprof.ru, info@epcprof.ru

Гасанов А. Г., д-р хим. наук, Джафаров Р. П., канд. техн. наук, Аюбов И. Г., канд. хим. наук, Гурбанова Ф. С., Фарзализаде О. М.
(Институт нефтехимических процессов им. Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджанская Республика)
E-mail: aqasanov@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ ЦИКЛОПЕНТАДИЕНА ЦИКЛОГЕКСИЛОВЫМ СПИРТОМ

Ключевые слова: циклопентадиен, циклогексанол, алкилирование, оптимизация, моделирование.

На основании экспериментальных данных разработана регрессионная математическая модель процесса получения циклоалкилзамещенных циклопентадиенов каталитическим алкилированием циклопентадиена циклогексиловым спиртом, отражающая влияние основных технологических факторов (соотношение исходных реагентов, температуры, количество катализатора) на выход целевого продукта. Проведен статистический анализ полученной модели, доказана адекватность разработанной модели экспериментальным данным. Найдены оптимальные значения входных параметров, при которых достигается максимальное значение выхода циклоалкилированных циклопентадиенов.

УДК 547.541.3, 547.542.7 DOI: 10.32758/2782-3040-2022-0-2-11-19

В последние годы в лаборатории «Циклоолефины» ИНХП НАНА проведены широкие исследования в области алкилирования циклопентадиена алифатическими одноатомными спиртами ряда C_6–C_{10} [1–4]. Показано, что алкилзамещенные производные циклопентадиена являются синтонами для получения соответствующих алкилциклопентанов, обладающих хорошими вязкостно-температурными свойствами, высокой термоокислительной стабильностью, в связи с чем они были рекомендованы в качестве компонентов синтетических смазочных масел. В продолжение этих исследований нами было осуществлено алкилирование циклопентадиена (ЦПД) алициклическими спиртами на примере циклогексилового спирта.

Алициклические спирты, так же как и их алифатические аналоги, часто используются в реакции алкилирования в качестве алкилирующих агентов. В литературе имеется ряд сообщений о применении циклогексанола в реакциях алкилирования в качестве алкилирующего агента [5–8]. Так, в работе [5] алкилирование фенола циклогексанолом исследовано в жидкой фазе без растворителя над Н-формами различных цеолитов в интервале температур 140–220 °С. Было показано, что цеолиты с крупными порами являются эффективными катализаторами в такой реакции и приводят к селективному образованию пара-циклогексилфенола при более высоких температурах. Авторами обнаружено, что селективность продукта в меньшей степени зависит от типа структуры цеолита в случае цеолитов с большими порами. Максимум примерно 85 % конверсии фенола был получен для цеолитов H-Y и H-морденит при 200 °С, тогда как для H-β цеолита конверсия составляет примерно 72 %. Получение О-алкилированного фенола предпочтительно при более низких температурах, а п-алкилированного продукта – при более высоких температурах. Авторами установлено, что наилучшая рабочая температура 200 °С.

С помощью спектроскопии ЯМР ^{13}C in situ изучен механизм реакции алкилирования фенола, катализируемого твердыми кислотами, циклогексанолом и циклогексеном в аполярном растворителе декалине [6]. Алкилирование фенола циклогексанолом начинается только после того, как большая часть циклогексанола дегидратируется до циклогексена. Поскольку фенол и циклогексанол демонстрируют схожую адсорбционную силу, такая строгая последовательность реакций не вызвана ограниченным доступом фенола к циклогексанолу, а обусловлена отсутствием реактивного электрофила до тех пор, пока присутствует значительная часть циклогексанола. Мечение изотопом ^{13}C демонстрирует, что реактивный электрофил, циклогексилкарбениевый ион, образуется непосредственно на стадии протонирования, когда циклогексен является сореагентом. В присутствии циклогексанола его протонированные димеры в кислотных центрах Бренстеда препятствуют адсорбции циклогексена и образованию иона карбения. Таким образом, показано, что протонированные димеры циклогексанола дегидратируются без образования карбениевого иона, который в противном случае способствовал бы алкилированию на кинетически релевантной стадии. Авторы отме-

Ибрагимова Т. М., д-р хим. наук, Мамедова П. Ш., канд. хим. наук, Бабаев Э. Р., Кахраманова К. Р., Алмамедова А. Э.
(Институт химии присадок им. академика А. М. Кулиева НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджанская Республика)
E-mail: tarana_m@mail.ru

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Ключевые слова: фиторемедиация, нефть, нефтедеструкторы, углеводороды, почва, биодеструкция, загрязнение, углеводородокисляющие микроорганизмы.

Дано краткое описание одной из современных технологий борьбы с загрязнениями окружающей среды – фиторемедиации, основанной на реабилитации почв и воды, загрязненных в основном нефтью и тяжелыми металлами. Процесс очистки основан на использовании корневой зоны зеленых растений (в данном случае полыни горькой – *Artemísia absínthium*) с одновременным насыщением почвенной биоты различными видами микроорганизмов-нефтедеструкторов и гетеротрофных микроорганизмов, которые выделены из почв исследуемой территории. При этом необходимо отметить, что главная роль гетеротрофных микроорганизмов заключается в ассимилировании продуктов промежуточного окисления углеводородов.

УДК 655. 637:631.427.2 DOI: 10.32758/2782-3040-2022-0-2-20-23

Введение

За последнее столетие рост городского населения и ускорение индустриализации экономики имеют серьезные последствия для окружающей среды. В результате интенсивной деятельности человека городские районы стали основными хранилищами и источниками выбросов множества химических веществ [1].

Нефть и нефтепродукты являются одним из основных и крупномасштабных загрязнителей окружающей среды и, по мнению большинства исследователей, процесс самовосстановления нефтезагрязненной среды продолжается более 25 лет [2].

В настоящее время экологически чистым и экономически выгодным методом очистки почв от углеводородных загрязнителей считается фиторемедиация – современная биотехнология, основанная на использовании растений и ассоциированных с ними микроорганизмов-деструкторов. Растения обладают способностью поглощать ионные соединения в почве даже при низких концентрациях через свою корневую систему. Растения расширяют свою корневую систему в почвенной матрице и создают ризосферную экосистему для накопления загрязнителей и регулирования их биодоступности, тем самым восстанавливая загрязненную почву и стабилизируя ее плодородие [3].

Основным и важнейшим механизмом фиторемедиации почвы является разложение углеводородов, загрязняющих почвы, не непосредственно самим растением, а в симбиозе с микроорганизмами, обитающими в непосредственной близости от его корней, т. е. в ризосфере, где и происходит наиболее сложное и тесное взаимодействие между растениями и микроорганизмами [4]. Хотя и растения, и микроорганизмы могут разрушать нефтяные углеводороды независимо друг от друга, существует понятие растительно-микробного взаимодействия – так называемый ризосферный эффект, ответственный за деградацию нефтяных углеводородов [5]. Здесь надо отметить, что очень важную роль в эффективности использования данного комплекса играют корневые выделения (экссудаты) растений. Они обеспечивают микробные популяции ризосферы источником углерода, энергии, иногда кислорода, а также микроэлементами и ферментами [6], способными достигать 10–20 % от общей продукции фотосинтеза растения в год – например 10^8–10^9 микробных клеток на грамм почвы [7]. Благодаря корневым экссудатам микробные популяции по количеству и по активности в 5–10 раз выше в ризосфере по сравнению с незасеянной почвой.

Положительная роль растений в очищении почв связана с их способностью как поглощать, так и изменять токсиканты, активизировать деятельность микробного сообщества и, как следствие, ускорять биохимические и химические процессы трансформации загрязнителей в почве. Таким образом, важную роль в детоксикации поллютантов может сыграть ризосфера растений, которая является областью активного развития микроорганизмов [8].

Целью настоящей работы является выделение отдельных штаммов микроорганизмов и их сочетаний из прикорневой (ризосферной) зоны полыни горькой (*Artemísia absínthium*). Кроме того, в работе проведен анализ их активности в процессе разложения нефтепродуктов для последующего отбора наиболее перспективных представителей аборигенной растительности и микробных консорциумов.

Материалы и методы

Для эксперимента отобрана загрязненная нефтью почва (7,5 % нефтепродуктов на 100 г почвы) ризоидной зоны растений, произрастающих на тер-

НА СПбМТСБ ОБЪЕМ РЕАЛИЗАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ УВЕЛИЧИЛСЯ В ЯНВАРЕ – МАРТЕ НА 16 %

Илья Альков

Санкт-Петербургская международная товарно-сырьевая биржа подвела итоги I квартала. Оборот СПбМТСБ по всем секциям достиг в I квартале 2022 года 344,604 млрд руб., что на 22,1 % больше, чем за аналогичный период прошлого года, сообщила площадка.

Объем торгов в секции «Нефтепродукты» составил 6,35 млн т, увеличившись на 16 % по сравнению с тем же показателем 2021 года, при этом оборот вырос до 323,498 млрд руб., что на 25,4 % больше, чем за I квартал прошлого года.

«Биржа является важным инструментом рыночного ценообразования, – отметил президент СПбМТСБ Алексей Рыбников. – *СПбМТСБ реализует задачи, поставленные государством, по развитию признанных ценовых индикаторов. Мы поддерживаем усилия регуляторов, направленные на обеспечение достаточного предложения товаров в наиболее прозрачных сегментах рынка, а также использование рыночных механизмов регулирования цен, в противовес ручному управлению. Торги на бирже дают прозрачность ценообразования и условий заключения и исполнения сделок, обеспечивают доступ к товарам для самого широкого круга потребителей, включая предприятия малого и среднего бизнеса».*

Увеличились продажи бензина «Регуляр-92» – до 1,409 млн т, на 9,4 % больше аналогичного показателя прошлого года, реализация бензина «Премиум-95» выросла на 12,1 % до – 0,772 млн т. Объем реализации дизельного топлива увеличился на 39,6 % – до 3,046 млн т, продажи авиационного керосина составили 0,234 млн т (на 50,7 % меньше по сравнению с тем же периодом прошлого года).

На 31,3 % увеличилась реализация топочного мазута – до 373 тыс. т. Объем реализации сжиженных углеводородных газов (СУГ) составил 424 тыс. т, рост на 16,1 % по сравнению с аналогичным периодом 2021 года. Продукция нефтехимии была реализована на бирже в объеме 25,526 тыс. т, что на 70,6 % меньше аналогичного показателя прошлого года.

Объем продаж дизтоплива на условиях поставки «франко-резервуар ОТП» (оператор товарных поставок) достиг 71,886 тыс. т, увеличившись в сравнении с аналогичным периодом прошлого года на 27,8 %.

По состоянию на 1 апреля 2022 года в секции «Нефтепродукты» работало 2015 участников и их клиентов (1898 – годом раньше) при общем количестве участников и их клиентов на СПбМТСБ 4053 (2721 – в тот же период 2021 года).

В январе – феврале 2022 года доля реализации нефтепродуктов на СПбМТСБ (с учетом СУГ для автотранспорта и бытовых нужд) от объема их поставок на внутренний рынок составила 23,9 %. В феврале соответствующий показатель был равен 24,4 %.

«Биржа по-прежнему продолжает работать как отработанный эффективный канал реализации нефтепродуктов. Спрос есть, предложение есть. Был сезонный всплеск по дизтопливу, но этой проблемой мы очень тесно и плотно занимались совместно с ФАС, Минэнерго. Каких-то особых проблем со спросом мы пока не видим, мы у себя на торгах видим ситуацию достаточно спокойную», –

добавил Алексей Рыбников, отвечая на вопросы журналистов о текущей ситуации на рынке.

Управляющий директор по рынку нефтепродуктов СПбМТСБ Павел Строков добавил, что средние суточные объемы продаж бензина на бирже в апреле составляют 34 тыс. т и это хорошие показатели для данного времени. Ситуация по спросу и предложению бензина на бирже является неплохой для внутреннего рынка. *«Плюс к этому достаточно хорошие – больше, чем в прошлые годы, – остатки с запасами. Те изменения, которые происходят по росту цены время от времени, волатильны, но изменения по цене вверх есть. Это означает, что и спрос на эти объемы тоже растет»*, – продолжил он.

Топ-менеджер СПбМТСБ подчеркнул, что ситуация по дизельному топливу примерно такая же, как и по бензину. *«Экспортный канал балансирует внутренний рынок относительно тех объемов по предложению, которыми занят российский рынок. Но опять-таки средний для весеннего периода объем по предложению есть. Мы видим, что спрос, конечно, несколько выше, чем этот объем, и сейчас достаточно высокие цены по дизельному топливу»*, – отметил Строков.

В секции «Газ природный» реализовано 1,042 млрд м^3 данного энергоносителя (на 50,3 % меньше соответствующего показателя прошлого года). Из них 765 млн м^3 продано с поставкой «на следующий месяц», 277 млн м^3 – с поставкой «на сутки» и «на нерабочий день *n*». Оборот в секции составил 4,279 млрд руб. Количество участников и их клиентов в секции – 131. По итогам I квартала 2022 года покупателями было реализовано 54,3 млн м^3 газа, невыбранного ранее по заключенным биржевым договорам, число компаний-перепродавцов составило 14.

В секции «Нефть» реализовано 73,850 тыс. т, что в 2,4 раза больше показателя прошлого года, на сумму 4,162 млрд руб. В секции зарегистрированы 68 участников (с учетом их клиентов). На специализированной площадке биржи – Системе электронных торгов внутреннего рынка (СЭТ ВР) – в I квартале 2022 года объем торгов нефтепродуктами и нефтехимией на экспорт в рамках онлайн-аукционов составил 6 тыс. т. Кроме того, была реализована продукция химической промышленности на экспорт и внутренний рынок РФ в объеме 47 тыс. т.

В секции срочного рынка оборот биржи по итогам I квартала 2022 года составил 7,461 млрд руб. (36 228 контрактов), на 15,6 % меньше, чем в аналогичном периоде 2021 года. Из них поставочных контрактов на нефтепродукты на внутреннем рынке – 1965, на сумму 4,182 млрд руб. Объем исполнения поставкой срочных контрактов на нефтепродукты для внутреннего рынка РФ составил 23,337 тыс. т. На торгах срочными расчетными контрактами на нефтепродукты оборот составил 33 963 контракта на сумму 1,394 млрд руб. Объем торгов поставочными срочными контрактами на экспортный дизель составил 300 контрактов на сумму 1,886 млрд руб. Исполнение поставкой – 30 тыс. т.

В секции «Минеральное сырье и химическая продукция» объем торгов минеральными удобрениями составил 28,466 тыс. т, что в 2,95 раза меньше чем за тот же период прошлого года, оборот равен 1,115 млрд руб. (–54,2 % к аналогичному показателю прошлого года). Дополнительно, в январе 2022 года на торгах в секции было реализовано 238 002 т фусов на общую сумму 10,977 млн руб.

Объем регистрации внебиржевых сделок на АО «СПбМТСБ» за первый квартал 2022 года составил: по нефтепродуктам – 83,6 млн т, на 19,2 % больше объемов аналогичного периода предыдущего года, по газу – 750,7 млрд м^3 (на 47 % больше), по нефти – 104,2 млн т (на 5,5 % меньше), по углю – 238,9 млн т (на 53,9 % больше), по лесоматериалам – 42,3 млн м^3 (в 20,3 раза больше).

Гасанова Р. З., д-р техн. наук, Абдуллаева Ю. А., канд. техн. наук, Мухтарова Г. С., д-р техн. наук, Алекперова Н. Г., Алиев Б. М., канд. физ.-мат. наук, Алиева С. А., Логманова С. Б., канд. техн. наук, Кафарова Н. Ф.
(Институт нефтехимических процессов имени академика Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджанская Республика)
E-mail: lab.21@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНЫЙ АБШЕРОН В ЦЕЛЯХ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ключевые слова: нефть месторождения Западный Абшерон, масляная фракция, индекс вязкости, гидрокрекинг, селективная очистка, присадки, ароматические, нафтеновые и парафиновые углеводороды.

Приведены результаты исследования физико-химических свойств нефти месторождения Западный Абшерон, а также качества масляных фракций этой нефти за период 2014–2020 гг. Показано, что по физико-химическим свойствам эта нефть сопоставима с ранее изученной нефтью месторождений нефтегазоносного района Дарвин кюпеси и Пираллахи.
Масляные фракции данной нефти 350–500 °С отличаются низким индексом вязкости (ИВ) и низкой температурой застывания.
Применение комбинированных процессов гидрокрекинга и селективной очистки позволяет повысить ИВ от 0 до 60 ед., тогда как применение только селективной очистки – от 24 до 46 ед. После добавления соответствующих присадок удается получить моторные масла типа 15W/40 с ИВ до 105 ед., которые соответствуют аналогу масла Лукойл стандарт.
Разработаны условия получения деароматизированных масел из фракции 300–350 °С нефти месторождения Западный Абшерон.

УДК 665.66.095 DOI: 10.32758/2782-3040-2022-0-2-26-32

Нефтегазовое месторождение Западный Абшерон расположено к юго-западу от месторождений Азери-Чыраг-Гюнешли, на глубине 500 м, в 2000 км на юго-восток от Баку.

Геологическая территория относится к Южно-Каспийской впадине, отделенной от остальной части Каспийского моря горными сооружениями [1, 2]. Запасы месторождения оцениваются в 350 млрд м^3 газа и 15 млн т конденсата.

Геолого-физические исследования, проведенные SOCAR AQS на месторождении Западный Абшерон позволили достичь 4–5-кратного повышения добычи нефти путем бурения горизонтальных разветвленных скважин.

В ИНХП НАНА на протяжении 6 лет (2014–2020) проводились исследования свойств нефти месторождения Западный Абшерон, образцы нефти в лаборатории подвергались детальному изучению состава и свойств по известной схеме, основанной на общих и известных методах (обезвоживание, деэмульсация при 50–60 °С и др.). Далее образцы нефти подвергались детальному изучению свойств и состава с учетом получаемых из нее товарных нефтепродуктов.

Таблица 1

Сравнительные физико-химические показатели образцов нефти

Месторождение	Плотность при 20 °С, кг/м^3	Вязкость при 20 °С, мм^2/с	Температура застывания, °С	Коксуемость, %	Содержание, %				Выход светлых фракций, %		
					смол	серы	парафинов	асфальтенов	до 200 °С	до 300 °С	до 350 °С
Абшерон кюпеси, 2014 г.	919,4	77,5*	–34	3,64	15,12	0,31	1,09	0,21	10	19–40	–
Западный Абшерон, 2020 г.	912,4	91	–47	3,9	11,94	0,38	1,16	1,10	8,84	25	39,4
Дарвин кюпеси	924,7	270,0	–35	3,6	16,0	0,4	0,7	0,8	9,0	23-30	37,8
Палчыг Пилпиляси	917,0	154,3	–45	2,8	11,0	0,2	0,64	1,0	6,2	–	40,2

* вязкость при 30 °С.

Джавадов М. А., канд. хим. наук, Агаева М. А., канд. хим. наук, Гасанова Г. М., канд. хим. наук, Гусейнова Р. А., канд. хим. наук, Гасымова Ш. З., канд. хим. наук
(Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан, Азербайджанская Республика)
E-mail: cavadov-misir@mail.ru

СИНТЕЗЫ И ПРЕВРАЩЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИЦИДИЛОВЫМ ЭФИРОМ 4-ИЗОПРОПЕНИЛФЕНОЛА, СООЛИГОМЕРОВ СТИРОЛА С ДИОЛЕФИНАМИ

Ключевые слова: стирол, диолефины, глицидиловые эфиры, соолигомеры, структурирование, диэтилентриамин, сорбенты, уранил-ионы.

Приводятся результаты наших исследований синтеза соолигомеров стирола с диолефинами (бутадиена-1,3: и изопрена) в присутствии небольших количеств модифицирующего сомономера – глицидилового эфира 4-изопропенилфенола (ГЭ 4-иф). Процесс тройной соолигомеризации проводили в среде ароматического растворителя (этилбензола) в присутствии инициатора дитретбутилпероксида (ДТБП) (2 % на смесь мономеров) при температуре 140 °С и продолжительности 30 ч. Отношение растворителя к смеси мономеров составляло 2:1 масс. Количество ГЭ 4-иф в реакционной смеси изменяли от 2,5 до 10 %.
Было установлено, что при оптимальном содержании ГЭ 4-иф 5 % выход тройных соолигомеров составляет 98,6 и 90,5 % при использовании соответственно бутадиена-1,3 и изопрена.
Отвержденные диэтилентриамином структурированные сополимеры исследованы в качестве сорбентов для извлечения из водных систем урановых солей в статических условиях (при 25 °С). Выявлено, что при pH 8 степень извлечения уранил-ионов составляет 90,4 %.

УДК 546.791.6+541.183 DOI: 10.32758/2782-3040-2022-0-2-33-36

Одним из удобных способов получения полимерных материалов сшитой структуры является соолигомеризация промышленных мономеров – стирола, α-метилстирола, бутадиена-1,3, акрилонитрила и др. в присутствии небольших количеств модифицирующего сомономера, содержащего в структуре различные функциональные группы, с последующими химическими превращениями синтезированных полиреакционных соединений [1–3].

Этим путем были разработаны различные композиции сшитой структуры на основе эпоксидированных жидких каучуков, сополимеров стирола с дивинилбензолом, малеиновым ангидридом и другими мономерами, обладающие высокими сорбционными свойствами по отношению к тяжелым металлам и другим вредным веществам [4–10].

В патенте [11] описаны способы получения сополимеров бутадиена-1,3 и стирола, содержащих в начале полимерных цепей третичные аминогруппы, а по концам – силансодержащие карбонильные группы или их металлические соли, что позволяет осуществлять отверждение этих сополимеров для получения шин и различных формованных изделий.

Таким образом, присутствие в структуре соолигомерных соединений реакционноспособных групп позволяет осуществлять их структурирование с образованием трехмерных полимеров.

Следует отметить, что на процесс образования поперечных связей оказывает влияние ряд факторов: строение соолигомеров, наличие в них определенных функциональных групп, природа сшивающего агента, условия сшивки и др. В случае радикального структурирования диеновых соолигомеров, содержащих в структурах наряду с кратными связями также и эпоксигруппу, образование поперечных связей может происходить за счет протекания реакций по обоим фрагментам [12]. В свою очередь, тип и частота поперечных связей оказывают влияние на межмолекулярные взаимодействия, подвижность молекул и другие свойства, что в конечном счете сказывается на физико-химических и эксплуатационных показателях сшитых полимерных материалов.

В настоящей статье приводятся результаты исследований синтеза тройных соолигомеров радикальной соолигомеризацией в растворе стирола, бутадиена-1,3 (или изопрена) и глицидилового

Золотов В. А., д-р техн. наук
(ФАУ «25 ГосНИИхиммотологии Минобороны России», Москва)
E-mail: vaz59@list.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НОВЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ СВОЙСТВАМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Ключевые слова: транспорт, токсичность выхлопных газов, экономия топлива, автомобильные масла, смазочные материалы, вязкость, двигатель.

Представлены некоторые технические и экологические аспекты новых технологий в сфере совершенствования эксплуатационных свойств моторных масел, включающие планируемые изменения в спецификациях на масла, особенности новых методов их испытаний, а также присущие им экологические практики применения масел на транспорте в современных условиях развития мировой экономики.

УДК 621.43:621.892 DOI: 10.32758/2782-3040-2022-0-2-37-40

Современное развитие транспорта находится на этапе энергоперехода к его эксплуатации с «безуглеродным следом» с применением альтернативных источников энергии взамен традиционного нефтяного топлива. Предполагается, что эксплуатация транспорта с использованием электродвигателей и водородных топливных элементов в будущем сможет представлять заметный сегмент мировой экономики. Производители большегрузных транспортных средств и автобусов в настоящее время активно инвестируют в технологии так называемой углеродной нейтральности и активизируют технические возможности вариантов использования электромобилей для тяжелых условий эксплуатации.

По прогнозным оценкам, к 2040 г. глобальные продажи электромобилей могут составлять до 35 % от общей потребности парка легковых автомобилей в 15 странах с развитой экономикой, а годовой спрос на моторные масла для легковых автомобилей на этих рынках сократится примерно на 700 тыс. т [1]. Несмотря на инвестиции и существующие технологии «безуглеродного следа», реализация обеспечения новыми технологиями необходимых расстояний перевозок, конкурентных цен и грузоподъемности транспортных средств в парках дизельных грузоперевозок может занять длительный период времени. Наряду с электрификацией транспортных средств сохраняется популярность традиционных поршневых двигателей внутреннего сгорания, в том числе в гибридных моделях автомобилей.

Управлением по охране окружающей среды США EPA (Environmental Protection Agency) в направлении сокращения выбросов загрязнителей воздуха обновляются нормы и уточняются стандарты, которые ожидаемо будут применяться при эксплуатации преимущественно мощных грузовиков, пассажирских автомобилей и легких грузовиков модельного ряда 2027 г. Регулирование карбоэмиссии в автопарках предназначено для обеспечения внедрения в эксплуатацию грузовиков с аккумуляторными батареями сначала в штате Калифорния, который исторически принимал более строгие правила, чем правила федерального агентства [2].

Новые экологические нормативы Euro-7, являющиеся частью Европейского «зеленого соглашения», включают более строгие стандарты выбросов для всех бензиновых и дизельных автомобилей, фургонов, грузовиков и автобусов. Это является частью обязательства Евросоюза в поддержке цели достижения углеродной нейтральности к 2050 г. [3]. Конкретные цели Euro-7 заключаются в улучшении чистоты воздуха путем сокращения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от автомобильного транспорта при согласованных правилах эксплуатации транспортных средств. Появление новых экологических нормативов направлено на снижение затрат в установлении актуальных предельных значений выбросов загрязнителей воздуха и их соблюдении.

Разработчики состава масел за рубежом на этапе подбора функциональных присадок давно используют в качестве проверочных так называемые полевые испытания масел как предварительный и экономичный способ оценки реальных эксплуатационных свойств. Эти испытания выполняются с использованием различных транспортных средств по специальным программам, позволяющим учесть особенности конструкции двигателей и условий эксплуатации техники и выявить проявление того или иного эксплуатационного свойства масла или его недостаток. Результаты таких испытаний обсуждаются в качестве основы формирования как номенклатуры оцениваемых показателей, так и норм на них в объеме моторных методов испытаний по спецификациям на масла [4].

В связи с последними достижениями в конструкции дизелей API (American PetroleumInstitute) официально ведутся разработки новой категории PC-12

Иванов А. В., канд. техн. наук
(ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», Москва, Россия)
E-mail: alexeyiwanov2007@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ВЯЗКОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Ключевые слова: модификаторы вязкости, современность, моторные масла, полимеры, сополимеры олефинов, полиалкилметакрилаты, гидрированный сополимер стирола с изопреном, методы оценки, необратимая потеря вязкости, временная потеря вязкости.

В статье описаны особенности химии и архитектуры полимеров – современных модификаторов вязкости моторных масел, предполагаемый механизм их действия, влияние на реологические, диспергирующие, энерго- и ресурсосберегающие свойства моторных масел. Рассмотрены показатели их качества: загущающая способность и механическая стабильность, понятия временной и необратимой потери вязкости, охарактеризованы лабораторные методы оценки стойкости полимеров к механической деструкции.

УДК 621.89

DOI: 10.32758/2782-3040-2022-0-2-41-48

Актуальной тенденцией дальнейшего развития моторных масел является расширение применения маловязких «загущенных» полимерами всесезонных продуктов с увеличенными интервалами смены, обеспечивающих энергосбережение и снижение эмиссии вредных веществ при эксплуатации автомобильных двигателей. Например, в настоящее время более 90 % производимых в США моторных масел для бензиновых и дизельных двигателей легковых автомобилей и фургонов, дизельных двигателей магистральных трейлеров и внедорожной техники, работающих в основном в режиме heavy-duty[1], являются всесезонными, а к 2029 г. их доля возрастет, судя по прогнозам, до 99 % [2, 3]. Выдающиеся эксплуатационные свойства современных всесезонных моторных масел явились результатом кумулятивных процессов развития научных исследований и разработок, в частности, в области высокоэффективных полимеров или вязкостных присадок. В настоящее время эти присадки рассматриваются как отдельные компоненты базовых масел, которые стали называть «модификаторами вязкости» (англ. Viscosity Modifiers – VM), или присадками, «повышающими индекс вязкости» (англ. Viscosity Index Improvers – VI improvers) моторных масел. В статье сделана попытка обсуждения накопленных к настоящему времени знаний в области современных модификаторов вязкости моторных масел.

В 1929 г., когда сотрудники компании «Стандарт Ойл» Дин и Девис предложили понятие «индекс вязкости» (ИВ) масел, было уже хорошо известно, что растворение полимеров в маловязких дистиллятных маслах увеличивает их вязкость [4]. Поскольку уровень развития технологий нефтепереработки в то время позволял получать масла с ИВ не более 115 ед. [5], в начале 1930-х годов развернулись исследования в целях его увеличения с использованием этого эффекта. Первыми вязкостными присадками, разработанными в 1937–1938 гг., были полиметакрилаты и полиизобутилены, хотя введение их в композиции товарных моторных масел было еще преждевременным вследствие низкой термоокислительной и механической стабильности (англ. shear stability)[2] этих полимеров, а также по ряду других причин. Только в 1949 г., когда в полный рост встала задача значительно расширить температурный интервал применения моторных масел, по результатам ряда исследований была продемонстрирована возможность получения моторного масла класса вязкости SAE 10W-30, композиция которого содержала полиметакрилат. Такое масло «уже могло называться всесезонным (англ. multy-grade) моторным маслом» [5]. Однако, потребовалось еще 10 лет упорного труда исследователей, прежде чем полимерсодержащие всесезонные масла появились на рынке в качестве коммерческого продукта [5, 6]. В дальнейшем на

[1]Режим *heavy-duty* характеризуется работой двигателя на средних оборотах с номинальной мощностью и близкими к потенциально возможным температурам деталей. Двигатель *heavy-duty* сконструирован для постоянной работы на мощности, близкой к полной [1].

[2]Механическое воздействие деформации сдвига на макромолекулы полимера может приводить к разрыву химических связей с образованием низкомолекулярных осколков, что приводит к снижению вязкости масла. Учитывая физический смысл этого явления, термин *shear stability*, характеризующий его, предлагается переводить как «стойкость полимера к механической деструкции при сдвиге» или «механическая стабильность» полимера.

11. Covitch, M.J. and Trickett, K.J. (2015) How Polymers Behave as Viscosity Index Improvers in Lubricating Oils. Advances in Chemical Engineering and Science, 5, 134-151. http://dx.doi.org/10.4236/aces.2015.52015;

12. Infenium Insight Presentation https://www.infineuminsight.com/media/2962/02-viscosity-modifiers-na.pdf;

36. Standard Test Method for Shear Stability of Polymer Containing Fluids Using a European Diesel Injector Apparatus ASTM D6082 https://www.astm.org/Standards/D6278.htm;

37. Standard Test Method for Shear Stability of Polymer Containing Fluids Using a European Diesel Injector Apparatus at 30 and 90 Cycles ASTM D7109 https://www.astm.org/Standards/D7109.htm;

38. Standard Test Method for Sonic Shear Stability of Hydraulic Fluid ASTM D5621 https://www.astm.org/Standards/D5621.htm;

39. Standard Test Method for Sonic Shear Stability of Polymer-Containing Oils ASTM D2603 https://www.astm.org/Standards/D2603.htm;

40. https://en.oelcheck.com/analyses/test-methods/krl-shear-stability/;

41. Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence IIIH, Spark-Ignition Engine ASTM D8111 https://www.astm.org/Standards/D8111.htm;

42. Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence VIII Spark-Ignition Engine (CLR Oil Test Engine) ASTM D6709 https://www.astm.org/Standards/D6709.htm

43. Standard Test Method for Bench Oxidation of Engine Oils by ROBO Apparatus ASTM D7528 https://www.astm.org/Standards/D7528.htm;

44. The diblock advantage. Modern Engine demand next generation viscosity modifier technology. Infineum Insight, 14.12.2016.

45. Next generation viscosity modifiers. Infineum Insight, 12.08.2015

46. https://www.oronite.com/products-technology/viscosity-modifiers/default.aspx.

ЦЕНТР ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ
ПРОФЕССИЯ

КНИГИ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

20 лет на рынке профессиональной литературы

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ И НЕФТЕХИМИИ!

Основы технологии полимерного заводнения

Тома А.
Перевод с англ. (*Essentials of Polymer Flooding Technique*)
под ред. И. Н. Кольцова
2020 г., 240 с., цв. ил., 165×235 мм.

Цена – 2 900 руб.

Рассмотрены основы технологии полимерного заводнения в нефтегазовой отрасли на основе EOR-процессов и химических методов повышения нефтеотдачи SP и ASP.

Последовательно описаны все стадии применения технологии (включая анализ коллектора, выбор и анализ полимера, процедуру нагнетания, инженерно-проектные работы на скважине), а также оборудование для подготовки раствора. Даны практические рекомендации по использованию системы ASP с учетом особенностей месторождения.

В отдельных главах подробно рассмотрены очистка пластовой воды и сравнительная оценка экономических параметров применения систем.

Специальная глава посвящена конкретным примерам применения полимерного заводнения, включая наиболее сложные случаи, особые условия нагнетания и т. д.

Книга предназначена специалистам по добыче нефти, промысловой химии, сервисных компаний, разработчикам и поставщикам реагентов и систем, студентам профильных специальностей.

www.epcprof.ru - заказ on-line и все книги издательства

по тел./факсу: +7 (812) 313-54-14
почтой по адресу: 190020, Санкт-Петербург, а/я 140
по электронной почте: shop@epcprof.ru, info@epcprof.ru

30-ЛЕТИЕ СОЮЗА НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННИКОВ РОССИИ

31 марта прошло торжественное собрание по случаю 30-летия Союза нефтегазопромышленников России. Союз был создан в феврале 1992 года. Идея создания объединения нефтегазопромышленников возникла на промыслах Западной Сибири по инициативе руководителей 50-ти крупнейших российских предприятий топливно-энергетического комплекса страны как ответ на изменения в политической жизни страны.

На торжественном заседании основатель Союза, Шафраник Юрий Константинович, выступил с содержательным и интересным докладом о создании и развитии Союза нефтегазопромышленников России, в котором были освещены цели и задачи на текущий этап.

Участниками собрания было отмечено, что Союз в своей деятельности всегда исходил из российских национальных интересов. Гости упомянули, что отраслевая общественная организация оказала значительное влияние на развитие ТЭК, в таких направлениях, как экономическое и законодательное, научно-техническое и технологическое. Союз содействовал и продолжает оказывать поддержку всему новому, прогрессивному и эффективному.

В мероприятии приняли участие представители регионов, крупнейших нефтегазовых компаний, общественных организаций, а также люди, которые внесли огромный вклад в развитие нефтегазовой отрасли нашей страны. Среди гостей можно отметить Комарову Н.В. (Губернатора ХМАО), Бакиева Э.М. (Заместителя Губернатора Тюменской области), Ахметшина Р.К. (Полномочного представителя Республики Татарстан в РФ), Грекова С.Н. (Полномочного представителя Республики Башкортостан при президенте РФ), Яновского А.Б. (Помощника Руководителя Администрации Президента), Курочкина Д.Н. (Вице-президента Торгово-промышленной палаты РФ), Усманова Р.Р. (Генерального директора ООО «Газпром трансгаз Казань»), Ревель-Муроза П.А. (Вице-президента ПАО «Транснефть»), Халимова Р.Х. (Первого заместителя генерального директора ПАО “Татнефть” им. В.Д.Шашина), Овсянникова Г.Л. (Вице-президента по внешним коммуникациям ПАО «ЛУКОЙЛ»), Мозолева В.В. (Заместителя начальника департамента ПАО «Газпром»), Пихтовникова Ю.В. (Начальника департамента организационного развития и управления карьерой ПАО «ЛУКОЙЛ») и многих других.

Приветствия по случаю юбилея прислали Новак А.В. (Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации), Симановский Л.Я. (Депутат Государственной Думы РФ), Минниханов Р.Н. (Президент Республики Татарстан), Артюхов Д.А. (Губернатор Ямало-Ненецкого автономного округа), Моор А.В. (Губернатор Тюменской области), Усс А.В. (Губернатор Красноярского края), Паслер Д.В. (Губернатор Оренбургской области), Назаров А.Г. (Премьер-министр Правительства Республики Башкортостан), Гершун Н.Г. (Министр экономического развития и промышленности Иркутской области), Иванов М.И. (Заместитель Министра промышленности и торговли РФ), Катырин С.Н. (Президент Торговопромышленной палаты), Алекперов В.Ю. (Президент ПАО «ЛУКОЙЛ»), Токарев Н.П. (Президент ПАО «Транснефть»), Марков В.К. (Член Правления ПАО «Газпром»), Дюков А.В. (Председатель правления ПАО «Газпромнефть»), Маганов Н.У. (Генеральный директор ПАО «Татнефть»), Нагуманов М.М. (Директор ООО НПФ «Паркер»), Кильдигулова А.В. (Генеральный директор «Башкирской выставочной компании»), журнал «Нефтяное хозяйство».

В формате видеопоздравления свои приветствия прислали Сорокин П.Ю. (Заместитель Министра энергетики РФ), Токарев Н.П. (Президент ПАО «Транснефть»), Важенин Ю.И. (Вице-президент Российского газового общества), Конторович А.Э. (Научный руководитель Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, Академик РАН), Мартынов В.Г. (Ректор РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина), Нургалиев Д.К. (Проректор по научной деятельности КФУ).

На мероприятии прозвучали поздравления от видных персон отрасли, а также были вручены различные награды.

Так, медали «За заслуги перед Ханты-Мансийским автономным округом – Югрой» и «За заслуги перед ПАО «Татнефть»» были вручены Шафранику Юрию Константиновичу; Женским орденом «Долг, преданность» была отмечена Шафраник Татьяна Александровна. Помимо этого, прошло вручение награды СНГПР «Почетный знак Союза нефтегазопромышленников России» ветеранам нефтегазового комплекса.

За организацию мероприятия отвечал Межотраслевой экспертноаналитический центр Союза нефтегазопромышленников России.

Союз нефтегазопромышленников России выражает искреннюю благодарность всем участникам юбилейного мероприятия. Для нас очень важно, что деятельность Союза не остается без внимания государственных органов власти, представителей регионов, крупнейших нефтегазовых компаний, и выдающихся представителей отрасли.

Фотографии с торжественного собрания можно найти по ссылке: https://disk.yandex.ru/d/jFA2EOipn2Q_eQ

С 18 по 21 апреля в Москве в ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР» успешно прошла 21-ая международная выставка «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса» – «Нефтегаз-2022». Мероприятие проходило совместно с Национальным нефтегазовым форумом (19–21 апреля).

Экспоцентр организовал выставку при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, под патронатом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, при поддержке ведущих отраслевых ассоциаций.

В этом году выставка проходила в сложных политических и экономических условиях, но даже эти обстоятельства не помешали ей продемонстрировать хорошие результаты: **351 компания из 15 стран и 39 регионов России приняли участие в «Нефтегазе-2022». Количество посещений 15335**.

Экспозиция производителей и поставщиков нефтегазового, нефтеперерабатывающего оборудования, электротехнического и энергетического оборудования для нефтегазового комплекса размещалась в нескольких павильонах и на открытой площадке общей площадью **30 000 кв. м брутто**.
Важную часть экспозиции заняли зарубежные компании, заинтересованные в российском рынке и готовые работать над новыми перспективными проектами. В этом году в выставке в составе **национальной экспозиции** приняли участие компании из Ирана. «Нефтегаз-2022» посетили заместитель министра нефти Ирана господин **Мортеза Шахмирзаи** и посол Ирана в РФ господин **Казем Джалали**.
Большое внимание на выставке традиционно уделялось современным российским материалам и технологиям, предназначенным для импортозамещения.
Внимание посетителей привлекла техника, представленная на открытой площадке: мобильные жилые дома, вибрационный источник сейсмических сигналов и снегоболотоход.
Предприятия Госкорпорации «Ростех» представили более 40 разработок. В экспозицию вошли новые сейсмические заряды, детонирующие шнуры, газоанализаторы, другие изделия для различных геофизических работ, разработки нефтяных и газовых месторождений.

Традиционно совместно с выставкой проходил **Национальный нефтегазовый форум**.

Первый день Форума открылся сессией «Экономика, технологии и новые вызовы ТЭК: взгляд из России на трансформацию нефтегазовых рынков».

Вопросы зеленой повестки также были обсуждены в ходе сессии «Carbon Free Zone и углеродный менеджмент: регулирование, методы и технологии».

В первый день работы форума состоялись также сессии: «Газовая отрасль России в условиях санкционного давления. Технологии, импортозамещение, монетизация», «Трудноизвлекаемые запасы: экономическая политика и технологическая эффективность отечественных решений», «Многообразие и инклюзивность в нефтегазовом секторе: взгляд из России», «Каждый может стать частью технологической революции: работающие инструменты участия для профессионалов энергетической отрасли».

Во второй день форума прошла конференция по вопросам новой политики в области импортозамещения и технологическому лидерству.

Третий день форума был посвящен развитию водородной энергетики в России. Программа конференции началась с сессии «Водородная энергетика России: траектория развития и ключевые точки роста в условиях перемен». Участники дискуссии, в частности, обсудили экономические перспективы различных технологий получения водорода.

Насыщенная **деловая программа выставки** в этом году вновь включала в себя корпоративные презентации, специальные сессии и конференции в зоне деловой программы «**Нефтегаз.LIVE**».

Экспоцентр организовал и провел при поддержке партнеров около 20 деловых мероприятий, в том числе:
- техническая сессия: «ГРП – многостадийный путь в будущее»
- сессия «Участие малого и среднего бизнеса в цепочке снабжения нефтегаза»
- сессия «Прозрачность и доступность процедур закупок в сфере нефтегаза – от Положения до 223ФЗ»
- круглый стол «Современные методы исследования скважин и пластов для повышения эффективности разработки нефтегазовых месторождений»
- конференция «Взаимодействие науки, образования и бизнеса в области нефти и газа»
- тематическая сессия «Алюминиевые решения для нефтегазовой промышленности и водородной энергетики»
- научно-практическая конференция «Энергоэффективные решения для снижения углеродного следа»

В следующем году 22-я международная выставка «Нефтегаз-2023» и Национальный нефтегазовый форум пройдут с 24 по 27 апреля 2023 года в ЦВК «Экспоцентр».

ТЕМЫ НОМЕРОВ НА 2022 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 2022 г.:

5-й юбилейный конгресс и выставка Азот Синтезгаз Россия и СНГ	25–26 мая, Москва
30-я Юбилейная международная специализированная выставка ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ - 2022	24–27 мая, Уфа
Международная конференция Мир битумов и ПБВ	26–27 мая, Екатеринбург
VI Международная конференция «ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА И СОЖ»	24 мая, Москва
OP-EX Конференция по операционной эффективности в нефтяной, газовой и нефтегазохимической промышленности	8–9 июня, Сочи
ESF RUSSIA & CIS 2022 Форум по энергетике и устойчивому развитию в России и СНГ	9–10 июня, Сочи
ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ	15–18 июня, Санкт-Петербург
Mozyr Conference 2022 Научно-техническая конференция: Развитие нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств Республики Беларусь	28–29 июня, Мозырь, Республика Беларусь
PRC Russia&CIS - ежегодный Конгресс по нефтехимии и нефтепереработке	5–6 сентября, Москва
RRTC Конференция и выставка по технологиям нефтепереработки России и стран СНГ	12–14 сентября, Москва
Петербургский международный газовый форум	13–16 сентября, Санкт-Петербург
XII Конференция "Модернизация производств для переработки нефти и газа", Нефтегазопереработка-2022	29 сентября, Москва
2-ая Международная конференция и выставка Водород Россия и СНГ	12–13 октября, Москва
Онлайн-конференция XII «МЕЖДУНАРОДНАЯ НЕДЕЛЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ»	октябрь. онлайн
Перспективы развития активов и манифест лидерства «ЛУКОЙЛ» в области переработки	19–20 октября, Нижний Новгород
16-я техническая конференция и технический визит «НЕФТЯНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ И НЕФТЕБАЗЫ: эксплуатация, модернизация, развитие»	23–25 ноября, Санкт-Петербург
GTCC 2022 - Газ и химия - 5-ая технологическая конференция и выставка России и стран СНГ	6–7 декабря, Сочи
2-й Форум России и стран СНГ по технологиям производства минеральных удобрений – RFF 2022	7–8 декабря, Сочи

Открыта подписка на 2022 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

PRO КАТАЛИЗ ФОРУМ 2022

26 МАЯ

РОССИЙСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ: УВЕРЕННЫЙ ОТВЕТ НА ВНЕШНИЕ ВЫЗОВЫ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

PROKATALIZ.RU