

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis
and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

5-6 (449)

SEPTEMBER – DECEMBER 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество в глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, PhD докторы, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік. Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЫТАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углекислотной химии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

ROSS Samir, Ph.D., professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D., pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 5-6, Number 449 (2021), 75-83

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.80>

УДК541.128.13;665.644.26; 665.658.62

Код МРНТИ: 61.45.36; 31.23.39

Туктин Б.Т.^{1*}, Тенизбаева А.С.¹, Темирова А.М.², Сайдилда Г.Т.¹¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы;²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы.

E-mail: tuktin_balga@mail.ru

**ПЕРЕРАБОТКА Н-АЛКАНОВ И БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ НА
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

Аннотация. Исследован процесс переработки C_3 - C_6 алканов и бензиновой фракции нефти на цеолитных катализаторах, модифицированных введением цинка, лантана и металлами переменной валентности. Процесс проводили в проточной установке при варьировании технологических параметров. Исследовано влияние природы компонентов активной фазы катализаторов и условий проведения процесса на степень превращения углеводородов и состав образующихся соединений.

Степень конверсии углеводородов и состав соединений, образующихся в результате переработки C_3 - C_6 алканов на изученных катализаторах, зависят от температуры процесса и природы компонентов каталитической системы. Активность катализаторов в процессах переработки легких углеводородов зависит от структуры и состояния активных центров. Исследованы физико-химические характеристики разработанных катализаторов. При переработке пропан-бутановой фракции разработанных модифицированных цеолитсодержащих катализаторах, образуются ароматические соединения (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы), C_1 - C_4 -углеводороды. Показано, что наибольший выход ароматических углеводородов (40,3%) образуется на катализаторе Zn-La-ZSM- Al_2O_3 при температуре 600°C, при степени конверсии 98,4%. Модифицированные цеолитсодержащие катализаторы обладают полифункциональными свойствами. Состав продуктов переработки легких алканов показывает, что образование ароматических углеводородов происходит в одну стадию в результате протекания реакций крекинга, дегидрирования, олигомеризации, дегидроциклизации, алкилирования.

Изучены процессы гидро- и без водородной переработки гексана, прямогонной бензиновой фракции на модифицированных цеолитных катализаторах. Основным направлением процессов гидропереработки углеводородов является изомеризация н- алканов, что обуславливает высокое октановое число: 92,1 (И.М.) и 81,7 (М.М.). При без водородной переработке октановое число облагороженного бензина растет от 78,2 до 91,5 (И.М.) и от 59,7 до 75,0 (М.М.). Повышение октановых чисел при без водородной переработке происходит, в основном, за счет увеличения содержания ароматических углеводородов, олефинов и изо алканов. Присутствие этих соединений в продуктах переработки гексана прямогонной бензиновой фракции указывает на одновременное и параллельное протекание реакций дегидроциклизации, дегидрирования, изомеризации и крекинга.

Показано, что разработанные модифицированные цеолитсодержащие катализаторы обладают высокой каталитической активностью и селективностью в процессах переработки C_3 - C_6 алканов, позволяя получать из бензиновой фракции нефти экологически чистое высокооктановое моторное топливо. Активность разработанных катализаторов в процессах переработки легких углеводородов зависит от структуры и состояния активных центров.

Ключевые слова: цеолитсодержащие катализаторы, пропан-бутановая фракция, переработка, бензиновая фракция, октановое число.

Введение. Казахстан обладает большими запасами легкого углеводородного сырья: газоконденсата, природного и нефтяного газов, каталитическая переработка которых весьма ограничена. Однако до настоящего времени значительная часть легких углеводородных газов используется в качестве

технологического и бытового топлива или сжигается на факелах, нанося ощутимый вред экологической обстановке. Легкие алканы, являющиеся основными компонентами природных, попутных и нефтезаводских газов, могут быть превращены в ароматические, олефиновые и высокомолекулярные алканы в присутствии цеолитных катализаторов. Каталитическая переработка легкого углеводородного сырья с получением важных продуктов нефтехимического синтеза является одной из важных проблем в нефтехимии. Каталитическое превращение легких алканов интенсивно исследуется на модифицированных пентасилсодержащих катализаторах. Исследования каталитических превращений легких алканов ведутся во многих странах мира. При этом направление процесса переработки и выход продуктов, в основном, зависят от природы, условий приготовления катализатора и проведения реакции. Каталитическое превращение легких алканов в ценные продукты нефтехимического синтеза интенсивно исследуются на модифицированных пентасилсодержащих катализаторах. На цеолитсодержащих катализаторах осуществляется переработка низкомолекулярных алканов в ароматические углеводороды. В настоящее время вырос интерес к высококремнеземным цеолитам типа пентасил как катализаторам ароматизации низко молекулярных алканов. Легкие алканы, являющиеся основными компонентами природных, попутных и нефтезаводских газов, могут быть превращены в ароматические, углеводороды в присутствии цеолитсодержащих катализаторов [1-9].

Материалы. В данной работе исследован процесс переработки C_3 - C_6 углеводородов и бензиновых фракций на цеолитных катализаторах модифицированных цинком, РЗЭ и металлами переменной валентности. Исследовано влияние природы компонентов активной фазы катализатора и условий проведения процесса на степень превращения углеводородов и состав образующихся соединений.

Методы. Экспериментальная часть. Исследование процессов переработки n-алканов и бензиновых фракций на цеолитных катализаторах модифицированных цинком, РЗЭ и металлами переменной валентности проводили в проточной установке со стационарным слоем катализатора при варьировании технологических параметров. Катализаторы готовили методом пропитки смеси гидроксида алюминия и цеолита ZSM-5 водными растворами солей цинка, лантана, никеля и молибдена с последующей сушкой при 150°C и прокаливанием при 550°C углеводородный состав продуктов реакции анализировали на хроматографах «Хроматэк-Кристалл» и «Agilent». Анализ содержания серы проводили в ТОО «Oilsert International».

Физико-химические характеристики катализаторов исследованы методами БЭТ, температурно-программированной десорбции аммиака и электронной микроскопии с применением микродифракции. Поведение катализаторов в процессах переработки легких углеводородов в основном зависит от структуры и состояния активных центров. По низкотемпературной адсорбции азота методом БЭТ определены удельные поверхности и пористость катализаторов. Удельная поверхность катализаторов колеблется в пределах $252,0 - 280,2 \text{ м}^2/\text{г}$. Преобладают поры с $d = 1,5 - 2,0 \text{ нм}$. Кислотно-основные характеристики катализаторов исследованы методом температурно-программированной десорбции (ТПД) аммиака. Исследования показали, что аммиак на поверхности катализатора La-ZSM- Al_2O_3 неоднороден и адсорбируется в трех формах, о чем свидетельствует наличие трех максимумов на ТПД-кривой: с $t_{\text{max}} = 155^\circ\text{C}$, с $t_{\text{max}} = 230^\circ\text{C}$ и наиболее прочносвязанный аммиак десорбируется при $t_{\text{max}} = 460^\circ\text{C}$. Количество их равно $16,79$; $3,79$ и $7,07 \cdot 10^{-4}$ моль/г катализатора.

Введение цинка в состав катализатора La-ZSM- Al_2O_3 (катализатор Zn-La-ZSM- Al_2O_3) (таблица 1) сопровождается незначительным изменением энергетических характеристик кислотных центров системы: максимумы десорбции наиболее слабо- и прочносвязанных форм адсорбированного аммиака смещаются в область более высоких температур до 160 и 470°C соответственно. Причем количество слабосвязанного аммиака снижается до $14,43 \cdot 10^{-4}$ моль/г катализатора, а прочносвязанного – повышается до $7,82 \cdot 10^{-4}$ моль/г катализатора. Температура десорбции средне связанных форм NH_3 не меняется, но количество его растет почти в 1,5 раза - до $5,39$ моль $10^{-4}/\text{г}$ катализатора). Суммарное содержание кислотных центров равно $25,34 \cdot 10^{-4}$ моль/г катализатора.

Таблица 1. Температурно-программированная десорбция аммиака

Катализатор	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$			Количество десорбированного аммиака, 10^{-4} моль/г катализатора			$\Sigma \text{NH}_3, 10^{-4}$ моль/г катализатора
	1	2	3	1	2	3	
La- Al_2O_3 -ZSM	155	230	460	16,79	3,79	7,07	27,73
Zn- La - Al_2O_3 -ZSM	160	230	470	14,73	5,39	6,92	25,34
Zn-La-Ni-Mo/ Al_2O_3 -ZSM	188	-	500	27,2	-	7,6	34,8

При исследовании методом электронной микроскопии показано, что на поверхности $\text{La}/\text{Al}_2\text{O}_3+\text{ZSM}$ катализатора преобладают равномерно расположенные скопления частиц La_2O_3 , $d \approx 1,5-2,5$ нм, а также единичные полупрозрачные образования La_2O_3 гексагональной структуры с $d \approx 3,0-4,0$ нм, на которых располагаются мелкодисперсные частицы La_2O_3 в α - и β - модификациях La_2O_3 . Электронно-микроскопическим методом установлено, что частицы на поверхности катализаторов являются высоко дисперсными что на поверхности катализатора $\text{Zn-La-Ni-Mo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ преобладают частицы с $D \sim 3,0-5,0$ нм и $D \sim 2,0-3,0$ нм, идентифицированные как Ni_2O_3 . Встречаются плотные агрегаты размером 4,0-5,0 нм, образованные MoO_4 , и единичные структуры оксида редкоземельного элемента с $D \sim 3,0-4,0$ нм. Встречаются плотные агрегаты размером 4,0-5,0 нм, образованные LaMoO_4 . В зависимости от природы металла-модификатора, количества вводимого цеолита и способа приготовления их размер колеблется от 2,0 до 10,0-20,0 нм. Для всех катализаторов серии характерно внедрение металлов-модификаторов в структуру матрицы.

Синтезированные катализаторы испытывали в процессе переработки C_3 - C_6 углеводородов, бензиновых и в проточном реакторе со стационарным слоем катализатора варьированием температуры реакции от 400 до 600°C. Продукты реакции анализировали на хроматографах «Хроматэк-Кристалл» и «Agilent».

Результаты и обсуждение. Степень конверсии углеводородов и состав соединений, образующихся в результате переработки пропан-бутановой фракции на изученных катализаторах, зависят от температуры процесса и природы компонентов каталитической системы.

При переработке пропанана модифицированном цеолитсодержащем катализаторе $\text{La-ZSM-Al}_2\text{O}_3$, образуются ароматические соединения (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы), C_1 - C_4 -углеводороды и водород. С увеличением температуры от 400 до 550-600°C степень конверсии повышается с 60,2 до 96,1%. Выход ароматических углеводородов (АрУ) в этих условиях возрастает от 22,3 до 35,1%.

При переработке пропан-бутановой фракции на катализаторе $\text{La-Al}_2\text{O}_3$ -ZSM, образуются ароматические углеводороды (АрУ) и газообразные продукты. В жидкой фазе обнаружены бензол, толуол, этилбензол, ксилолы и C_{8+} -углеводороды. В газообразных продуктах реакции присутствуют C_1 - C_4 алканы. С увеличением температуры от 400 до 600°C конверсия повышается с 73,7 до 90,6% и наблюдается рост содержания бензола от 10,3 до 30,0%, толуола от 30,9 до 36,5%, а этилбензола снижаются от 15,3 до 9,6%. Содержание ксилола колеблется в пределах 2,9 - 4,1%. Суммарный выход ароматических углеводородов составляет 8,2 - 11,3 %.

Введение цинка в состав $\text{La-Al}_2\text{O}_3$ -ZSM заметно сказывается на поведении катализатора в реакции превращения пропан-бутановой фракции. При переработке пропан-бутановой фракции на катализаторе $\text{Zn-La-ZSM-Al}_2\text{O}_3$ максимальная степень конверсии достигает 93,6% (550°C). При температуре 550°C в жидкой фазе содержатся 20,3% бензола, 48,9% толуола, 17,4% этилбензола и 3,6% ксилолов. Селективность по АрУ снижается в этих условиях от 46,7 до 28,1%. На катализаторе $\text{Zn-La-ZSM-Al}_2\text{O}_3$ выход ароматических углеводородов значительно выше по сравнению с $\text{La-ZSM-Al}_2\text{O}_3$.

При переработке пропан-бутановой фракции на разработанных модифицированных цеолитсодержащих катализаторах, образуются ароматические соединения (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы), C_1 - C_4 -углеводороды. При превращении пропан-бутановой фракции на катализаторе $\text{Zn-La-ZSM-Al}_2\text{O}_3$ (таблица 2) с увеличением температуры от 450 до 600°C степень конверсии повышается от 60,2 до 98,4%. Наибольший выход ароматических углеводородов (40,3%) образуется при температуре 600°C.

С увеличением температуры от 450 до 600°C содержание бензола в жидкой фазе возрастает с 16,0 до 49,2%, доля толуола снижается с 64,6 до 47,2%, этилбензола с 13,9 до 2,7% и ксилолов с 3,8% до 0,9%.

Таблица 2 - Переработка пропан-бутановой фракции на катализаторе, $\text{Zn-La-ZSM-Al}_2\text{O}_3$

Т опыта, °С	450	500	550	600
Конверсия, %	60,2	81,3	92,6	98,4
Выход жидкой фазы, %	22,3	28,4	40,3	34,1
Селективность по АрУ, %	37,0	34,9	36,7	34,6
Состав жидкой фазы, %				
Бензол	16,0	35,8	41,3	49,2
Толуол	64,6	51,7	52,0	47,2
Этилбензол	13,9	9,3	5,1	2,7
Ксилолы	3,8	2,7	1,6	0,9
C_{8+}	1,7	0,5	-	-

Модифицированные цеолит содержащие катализаторы обладают полифункциональными свойствами. Состав продуктов переработки легких алканов показывает, что образование ароматических углеводородов происходит в одну стадию в результате протекания реакций крекинга, дегидрирования, олигомеризации, дегидроциклизации, алкилирования. При переработке пропан – бутановой фракции на катализаторе $Zn-La-ZSM-Al_2O_3$ максимальная степень конверсии достигает 93,6% (550°C). При температуре 550°C в жидкой фазе содержатся 20,3% бензола, 48,9% толуола, 17,4% этилбензола и 3,6% ксилолов. Селективность по АрУ снижается в этих условиях от 46,7 до 28,1%. На катализаторе $Zn-La-ZSM-Al_2O_3$ выход ароматических углеводородов значительно выше по сравнению с $La-ZSM-Al_2O_3$.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию новых эффективных катализаторов переработки низкооктановых бензиновых фракции нефти и газоконденсата в высокооктановые без применения водорода. Нами проведены исследования по гидропереработке низкооктановых бензинов в отсутствие водорода. В отличие от риформинга процесс цеоформинга позволяет получать не только ароматические компоненты бензина, но и изоалканы, олефины, нафтены, которые входят в состав высокооктановых бензинов. Изучена безводородная переработка гексана и прямогонных бензиновых фракций на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах $La-Al_2O_3-ZSM$, $Zn-La-ZSM-Al_2O_3$. В последнее время большое внимание уделяется созданию процессов безводородной переработки различных видов углеводородного сырья на цеолитсодержащих системах. Из наиболее перспективных способов получения высокооктановых автомобильных бензинов является безводородная переработка низкооктановых бензиновых фракций на цеолитсодержащих катализаторах, проявляющих высокую активность и селективность в реакциях изомеризации, алкилирования, дегидрирования и дегидроциклизации углеводородов. Процесс проводили в проточном реакторе со стационарным слоем катализатора при атмосферном давлении, варьировании температуры (350-500⁰) и объемной скорости подачи сырья (1-2 ч⁻¹). Безводородное превращение н-гексана на катализаторах $La-Al_2O_3-ZSM$ и $Zn-La-Al_2O_3-ZSM$ протекает с образованием C_1-C_4 и C_5-C_6 изо- и н-алканов, олефинов и ароматических углеводородов. Степень конверсии н-гексана на катализаторе $La-Al_2O_3-ZSM$ с ростом температуры от 350 до 500°C возрастает от 17,7 до 74,5%. Степень превращения гексана в отсутствие водорода на катализаторе $Zn-La-Al_2O_3-ZSM$ в интервале 350-500°C возрастает от 19,6 до 63,1. При 500°C в катализате обнаружены н-алканы C_1-C_4 – 30,6%, C_5 – 6,5%, циклогексан – 3,4%, ароматические углеводороды – 8,9%, изо-алканы – 10,5% и олефины 15,2%. В отличие от катализатора $La-Al_2O_3-ZSM$ на катализаторе $Zn-La/ZSM-Al_2O_3$ в продуктах реакции превалируют ароматические углеводороды, содержание которых с ростом температуры (350⁰-500⁰C) увеличивается от 14,9 до 25,9%, что обуславливает повышение октановых чисел. Выход жидкой фазы на катализаторе $Zn-La/ZSM-Al_2O_3$ с ростом температуры снижается от 79,7 (350°C) до 49,2 % (500°C). Определены оптимальные условия проведения процесса переработки прямогонного бензина на катализаторе $La-Al_2O_3-ZSM$: 400°C, $V=1,5$ ч⁻¹, $P=0,1$ МПа. При переработке прямогонного бензина в оптимальных условиях октановое число повышается от 54,3 до 72,3 (М.М.) от 57,1 до 75 (И.М.). В присутствии катализатора при всех изученных температурах увеличивается выход жидких и уменьшается образование газообразных продуктов. Выход бензина на катализаторе в оптимальных условиях (400°C, $P=0,1$ МПа, $V=1,5$ ч⁻¹) равен 71,7% с октановым числом по И.М.-82,8 и по М.М.-77,5. Повышение октанового числа исходного прямогонного бензина происходит, в основном, за счет увеличения содержания ароматических углеводородов, олефинов и изоалканов. Превращение н-парафинов в продукты, повышающие октановое число бензина, указывает на одновременное и параллельное протекание реакций циклизации, дегидроциклизации, дегидрирования и изомеризации. С ростом температуры скорость этих реакций значительно возрастает. Следует отметить, что катализатор $La-Al_2O_3-ZSM$ обладает более высокой крекирующей активностью с образованием легких C_1-C_3 – алканов по сравнению катализатором $Zn-La/ZSM-Al_2O_3$. На поверхности катализаторов $La-Al_2O_3-ZSM$ и $Zn-La/ZSM-Al_2O_3$ кислотные центры сосуществуют с металлическими. В состав кислотных центров могут входить РЗЭ и металл II группы в различной степени окисления, закрепленные как внутри цеолитных полостей, так и на внешней стороне. Функционирование двух типов центров (металлических и кислотных) обеспечивает полифункциональность действия катализаторов. Об этом свидетельствует состав продуктов, образующихся при переработке н-гексана. Процесс превращения н-гексана на изученных катализаторах идет одновременно и параллельно по нескольким направлениям: крекинг, циклизация, дегидрирование, дегидроциклизация.

Катализатор $Zn-La-Ni-Mo/Al_2O_3-ZSM$ испытан в процессах безводородной переработки гексана и прямогонной бензиновой фракции. При температуре 350°C образуется 11,6% жидкофазных продуктов. С ростом температуры крекирующее направление превращений н-гексана усиливается. Количество

жидких продуктов понижается до 6,7% при 450^oC, а при 500^oC – образуются только газообразные соединения. Выход газообразных соединений в этих условиях меняется от 80,8 до 100,0%.

При безводородной переработке гексана на Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM катализаторе образуются н-парафины C₁-C₁₄, изо-алканы C₄-C₁₄, ароматические углеводороды C₆-C₇, небольшое количество олефинов C₄-C₈ и нафтеновых соединений. Конверсия гексана при безводородной переработке на катализаторе Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM в интервале 350-500^oC растет от 58,8 до 89,0%. Повышение октановых чисел происходит, в основном, за счет увеличения ароматических углеводородов, олефинов и изоалканов. Присутствие этих соединений в продуктах переработки бензина указывает на одновременное и параллельное протекание реакций дегидроциклизации, дегидрирования, изомеризации и крекинга. С ростом температуры процесс скорость этих реакций значительно возрастает.

Наиболее активный в процессах гидропереработки катализатор Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM испытан в процессах безводородной переработки н-гексана и прямогонной бензиновой фракции. Безводородная переработка бензиновой фракции проводилась при температурах 350-450^oC, объемной скорости 1,5ч⁻¹, давлении 0,1МПа, в присутствии цеолитсодержащего катализатора Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние температуры на процесс переработки бензиновой фракции на катализаторе Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM

Продукты, %	Исходная бензиновая фракция	350 ^o C	400 ^o C	450 ^o C
∑Парафинов C ₄ -C ₁₀	40,0	30,9	17,9	2,4
∑Изо-алканов C ₄ -C ₁₀	29,5	29,4	30,3	46,1
∑Олефинов C ₂ -C ₁₀	0,6	2,1	4,8	2,4
∑Ароматических углеводородов	5,9	24,9	24,0	34,8
∑Нафтеновых углеводородов	22,1	12,7	21,3	9,9
Октановое число по исследовательскому методу	78,2	87,9	93,1	91,5
Октановое число по моторному методу	59,7	74,9	74,4	75,0
Выход жид. фазы	-	93,3	88,0	80,0

Определены наиболее благоприятные условия процесса переработки бензиновой фракции на катализаторе Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM: температура 400-450^oC, P=0,1МПа и V=1,5ч⁻¹. После облагораживания октановое число повышается от 78,2 до 93,1-91,5 (И.М.) и от 59,7 до 74,4-75,0 (М.М.). Повышение октановых чисел происходит, в основном, за счет увеличения содержания ароматических углеводородов, олефинов и изоалканов. Присутствие этих соединений в продуктах переработки бензина указывает на одновременное и параллельное протекание реакций дегидроциклизации, дегидрирования, изомеризации и крекинга. При гидропереработке прямогонного бензина на катализаторе Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM выход облагороженного бензина практически не меняется – 97,0%. В продуктах реакции до 45,1% повышается количество изо-алканов состава C₅-C₁₀, доля парафинов C₅-C₁₀ и нафтеновых углеводородов снижается до 18,4 и 31,0% соответственно. Выход олефинов и ароматических соединений практически не меняется и колеблется в пределах 0,9-1,0% и 4,6-4,7% соответственно (таблица 3).

Таким образом, основным направлением процессов гидропереработки бензиновой фракции на катализаторе Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM, как и гексана, является изомеризация н-алканов. Высокое содержание изоалканов в катализате обуславливает высокое октановое число переработанного продукта. Октановое число гидрооблагороженного бензина достигает 92,1 (И.М.) и 81,7 (М.М.). Анализируя и сопоставляя полученные результаты, можно полагать, что превращения углеводородов на катализаторе Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM осуществляются по механизму, где имеет место прямая корреляция его кислотных свойств, активности и селективности. При гидропереработке на полифункциональном катализаторах, обладающем дегидрирующей, гидрирующей и изомеризирующей активностями видимо вначале протекает дегидрирование н-алкана на металлических центрах катализатора, образовавшийся олефин на кислотном центре превращаются в карбоний-ион, который легко изомеризуется. Проведены испытания Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM катализатора в процессе гидропереработке бензиновой фракции (таблица 4). После гидропереработки прямогонной бензиновой фракции на Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM катализаторе при 320^oC выход жидкого катализата составляет 98,0%, в нем содержится 24,1% ∑парафинов C₂-C₁₀; 36,1% изоалканов C₄-C₁₀; 0,9% олефинов C₂-C₁₀; количество ароматических

и нафтеновых углеводородов – 4,7 и 34,2% соответственно. Октановое число полученного бензина выше, чем у исходного – 77,5 (И.М.) и 61,5 (М.М.). С ростом температуры гидропереработки исходного прямогонного бензина от 320^oC до 400^oC выход облагороженного бензина практически не меняется – 97,0%.

Таблица 4 - Гидропереработка прямогонной бензиновой фракции на катализаторе Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM.

Продукты реакций, %	Исходная бензиновая фракция	Температура, ^o C			
		320	350	380	400
∑Парафинов C ₄ -C ₁₀	33,2	24,1	21,7	18,8	18,4
∑Изоалканов C ₄ -C ₁₀	28,8	36,1	39,7	43,5	45,1
∑Олефинов C ₂ -C ₁₀	0,3	0,9	1,0	1,0	0,9
∑Ароматических Углеводородов	4,5	4,7	4,6	4,7	4,6
∑Нафтеновых Углеводородов	33,1	34,2	33,0	32,0	31,0
Октановое число по исслед. Методу	73,1	77,5	81,3	87,2	92,1
Октановое число по моторному методу	54,1	61,5	69,3	76,2	81,7
Выход жид. фазы	-	98,0	97,7	97,3	97,0
Примечание- V=4,0 час ⁻¹ , P=3,5 МПа, H ₂ : сырье = 200:1					

В продуктах реакции существенно повышается количество изоалканов C₄-C₁₀, до 45,1% доля парафинов C₄-C₁₀ и нафтеновых углеводородов снижается до 18,4 и 31,0% соответственно. Выход олефинов и ароматических соединений в интервале 320-400^oC практически не меняется и колеблется в пределах 0,9-1,0% и 4,6-4,7% соответственно. Октановое число облагороженного бензина достигает 92,1 (И.М.) и 81,7 (М.М.). Разработанные полифункциональные модифицированные цеолитные катализаторы позволяют получать малосернистый экологически чистый высокооктановый бензин. После гидропереработки прямогонной бензиновой фракции на Zn-La-Ni-Mo/Al₂O₃-ZSM катализаторе при 320^oC выход жидкого катализата составляет 98,0%, в нем содержится 24,1% парафинов C₂-C₁₀; 36,1% изоалканов C₄-C₁₀; 0,9% олефинов C₂-C₁₀; количество ароматических и нафтеновых углеводородов – 4,7 и 34,2% соответственно. Октановое число полученного бензина выше, чем у исходного – 77,5 (И.М.) и 61,5 (М.М.). С ростом температуры гидропереработки исходного прямогонного бензина от 320^oC до 400^oC выход облагороженного бензина практически не меняется – 97,0%. В продуктах реакции (до 45,1%) повышается количество изо-алканов C₄-C₁₀, доля парафинов C₄-C₁₀ и нафтеновых углеводородов снижается до 18,4 и 31,0% соответственно.

Заключение. Постоянное усиление экологических требований к характеристикам топлив обуславливает необходимость разработки новых эффективных катализаторов гидропроцессов. Это стимулирует создание новых катализаторов гидроочистки.

Эффективность процессов гидропереработки, в основном, определяется природой используемых катализаторов и технологическими параметрами проведения процессов. Основным направлением процессов гидропереработки н-алканов, бензиновой и дизельной фракций на разработанных катализаторах является изомеризация н-алканов. Высокое содержание изоалканов в катализате обуславливает высокое октановое число переработанного продукта. Разработаны новые модифицированные цеолитсодержащие катализаторы, обладающие полифункциональными свойствами, в процессах гидропереработки н-алканов бензиновых фракций. Структура и состав образующихся продуктов при переработке C₃ и C₆ н-алканов бензиновой фракции нефти свидетельствует о развитии на катализаторах нескольких направлений превращения парафинов: одновременно и параллельно протекают несколько реакций: крекинг, дегидрирование, изомеризация, дегидроциклизация, алкилирование.

Источник финансирования исследований. Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант: ИРН-АПО887065).

Туктин Б.Т.^{1*}, Тенизбаева А.С.¹, Темирова А.М.², Сайдилда Г.Т.¹

¹«Д.В. Сокольский атындағы катализ, жанармай және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан;

² Өл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: tuktin_balga@mail.ru

МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА Н-АЛКАНДАР МЕН БЕНЗИН ФРАКЦИЯЛАРЫН ӨНДЕУ

Аннотация. Мырыш, лантан және ауыспалы валенттілік металдарын енгізу арқылы модификацияланған цеолит катализаторларында C_3-C_6 алкандар мен мұнайдың бензин фракциясын өңдеу процесі зерттелді. Процесс технологиялық параметрлерді өзгерту кезінде ағынды қондырғыда жүргізілді. Катализаторлардың белсенді фазасының компоненттері табиғатының және процесті жүргізу жағдайларының көмірсутектердің өзгеру дәрежесіне және түзілетін қосылыстардың құрамына әсері зерттелді.

Зерттелген катализаторларда алкандарды C_3-C_6 өңдеу нәтижесінде пайда болған көмірсутектердің конверсия дәрежесі және қосылыстардың құрамы процестің температурасына және каталитикалық жүйе компоненттерінің табиғатына байланысты. Жеңіл көмірсутектерді өңдеу процестеріндегі катализаторлардың белсенді орталықтардың құрылымы мен жағдайына байланысты дайындалған катализаторлардың физика-химиялық сипаттамалары зерттелді.

Дайындалған модифицирленген құрамында цеолит бар катализаторларда пропан-бутан фракциясын өңдеу кезінде ароматты қосылыстар (бензол, толуол, этилбензол, ксилол), C_1-C_4 -көмірсутектер түзіледі. Ароматты көмірсутектердің ең көп шығымы (40,3%) Zn-La-ZSM- Al_2O_3 катализаторында 600°C температурада, конверсия дәрежесі 98,4% болған кезде түзілетіні көрсетілген. Модификацияланған цеолит бар катализаторлар полифункционалды қасиеттерге ие. Жеңіл алкандарды өңдеу өнімдерінің құрамы ароматты көмірсутектердің түзілуі крекинг, дегидрлеу, олигомеризация, дегидроциклизация, алкилдену реакцияларының нәтижесінде бір сатыда жүретінін көрсетеді.

Гександы гидро-және сутексіз өңдеу, модификацияланған цеолитті катализаторлардағы тікелей айдау бензинді фракциясы процестері зерттелді. Көмірсутектерді гидроөңдеу процестерінің негізгі бағыты н - алкандардың изомеризациясы болып табылады, бұл жоғары октандық санды анықтайды: 92,1 (З.Ә.) және 81,7 (М.Ә.). Сутексіз өңдеу кезінде тазартылған бензиннің октандық саны 78,2-ден 91,5-ке дейін (З.Ә.) және 59,7-ден 75,0-ке дейін (М.Ә.) өседі. Сутексіз өңдеу кезінде октан санының артуы негізінен ароматты көмірсутектер, олефиндер мен изоалкандар құрамының артуына байланысты. Тура айдалған бензин фракциясының гександы өңдеу өнімдерінде осы қосылыстардың болуы дегидроциклизация, дегидрлеу, изомерлеу және крекинг реакцияларының бір мезгілде және параллель жүруін көрсетеді.

Модифицирленген құрамында цеолит бар катализаторлар C_3-C_6 алкандарды өңдеу процестерінде жоғары каталитикалық белсенділікке және селективтілікке ие екендігі көрсетілген, бұл мұнай фракциясынан бензиннің экологиялық таза жоғары октанды мотор отынын алуға мүмкіндік береді. Жеңіл көмірсутектерді өңдеу процестеріндегі дайындалған катализаторлардың белсенділіктері орталықтардың құрылымы мен жағдайына байланысты.

Түйінді сөздер: құрамында цеолит бар катализаторлар, пропан-бутан фракциясы, өңдеу, бензин фракциясы, октан саны.

Tuktin B.T.^{1*}, Tenizbaeva A.S.¹, Temirova A.M.², Saidilda G.T.¹

¹D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan;

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: tuktin_balga@mail.ru

PROCESSING OF N-ALKANES AND GASOLINE FRACTIONS ON MODIFIED ZEOLITE CATALYSTS

Abstract. The process of processing C_3-C_6 alkanes and gasoline fraction of oil on zeolite catalysts modified by the introduction of zinc, lanthanum and metals of variable valence is investigated. The process was carried

out in a flow-through installation with varying technological parameters. The influence of the nature of the active phase components of the catalysts and the conditions of the process on the degree of conversion of hydrocarbons and the composition of the resulting compounds is investigated.

The degree of conversion of hydrocarbons and the composition of compounds formed as a result of the processing of C_3 - C_6 alkanes on the studied catalysts depend on the temperature of the process and the nature of the components of the catalytic system. The activity of catalysts in the processing of light hydrocarbons depends on the structure and condition of the active centers. The physicochemical characteristics of the developed catalysts are investigated.

When processing propane-butane fraction on the developed modified zeolite-containing catalysts, aromatic compounds (benzene, toluene, ethylbenzene, xylenes), C_1 - C_4 -hydrocarbons are formed. It is shown that the highest yield of aromatic hydrocarbons (40.3%) is formed on the catalyst Zn-La-ZSM- Al_2O_3 at a temperature of 600°C, with a conversion rate of 98.4%. Modified zeolite-containing catalysts have multifunctional properties. The composition of light alkane processing products shows that the formation of aromatic hydrocarbons occurs in one stage as a result of cracking, dehydrogenation, oligomerization, dehydrocyclization, alkylation reactions.

The processes of hydro- and anhydrous processing of hexane, straight-run gasoline fraction on modified zeolite catalysts have been studied. The main direction of hydroprocessing of hydrocarbons is the isomerization of n-alkanes, which causes a high octane numbers: 92.1 (R.M.) and 81.7 (M.M.). With anhydrous processing, the octane numbers of refined gasoline increases from 78.2 to 91.5 (R.M.) and from 59.7 to 75.0 (M.M.). The increase in octane numbers during anhydrous processing occurs mainly due to an increase in the content of aromatic hydrocarbons, olefins and isoalkanes. The presence of these compounds in hexane processing products of the straight-run gasoline fraction indicates the simultaneous and parallel course of dehydrocyclization, dehydrogenation, isomerization and cracking reactions.

It is shown that the developed modified zeolite-containing catalysts have high catalytic activity and selectivity in the processes of processing C_3 - C_6 alkanes, allowing to obtain environmentally friendly high-octane motor fuel from the gasoline fraction of oil. The activity of the developed catalysts in the processing of light hydrocarbons depends on the structure and condition of the active centers.

Key words: zeolite-containing catalysts, propane-butane fraction, refining, gasoline fraction, octane number.

Information about the authors:

Tuktin Balga Tuktiyevich – Head of the Motor Fuel Sector, Doctor of Chemical Sciences, JSC “D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”, e-mail: tuktin_balga@mail.ru, w.tel. 8-727-2916826, tel. 8(702)641-35-97, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-3670-4010>;

Temirova Aiman Maksatovna – PhD of petrochemistry, “al-Farabi Kazakh National University”, e-mail: aikal179@mail.ru, tel. 8-701-392-9090, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-7357-8204>;

Tenizbayeva Aliya Serikovna – Lead Engineer of the Motor Fuel Sector, JSC “D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”, e-mail: aliya.85@mail.ru, w.tel. 8-727-2916826, tel. 8(777)262-60-04, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-9801-0757>;

Saidilda Galymzhan Talgatuly – Junior researcher of the Motor Fuel Sector, JSC “D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”, e-mail: galym711@mail.ru, w.tel. 8-727-2916826, tel. 8(775)126-42-14, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7468-7421>.

REFERENCES

[1] Agabekov V.E., Sen'kov G.M. (2006) Kataliticheskaya izomerizatsiya legkih parafinovykh uglevodorodov // Kataliz v himicheskoy i neftekhimicheskoy promyshlennosti [Catalysis in the chemical and petrochemical industry] 5: 31-41 (in Russ.).

[2] Asachenko E.V., Rodina O.V., Ordonskiy V.V., Gur'ev YU.V., Ivanova I.I. (2008) Osobennosti dezaktivatsii kislotnyhi Zn-soderzhashchih katalizatorov aromatizatsii propana // Neftekhimiya [Petrochemistry]2: 100-104 (in Russ.).

[3] Rasulov S.R., Mustafaeva G.R., Mahmudova L.A. (2012) Perspektivnye katalizatory aromatizatsii propana // Neftepererabotka i neftihimiya [Refining and petroleum chemistry]1: 36-41 (in Russ.).

[4] Tuktin B.T., Nurgaliev N.N., Tenizbaeva A.S., Shapovalova L.B., Komashko L.V. (2018) Hydrotreating of various petrol fractions over modified alumocobaltmolybdenic catalysts // News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology. N 431: 67 – 73.

- [5] Tuktin B.T., Tenizbayeva A.C., Omarova A.A., Sassykova L.R. and Sailau Zh.A. (2019) Hydrofining of petrol of oil on modified alumina catalysts// *Rasayan* V.12, N3, P.1478-1484.
- [6] Ahmetov A.F., Karatun O.N. (2001) Modificirovannye pentasil-soderzhashchie katalizatory dlya aromatizacii uglevodorodnyh gazov // *Himiya i tekhnologiya topliv i masel* [Chemistry and technology of fuels and oils] 5:S.35-36 (in Russ.).
- [7] Dergachev A.A., Lapidus A.L. (2008) Kataliticheskaya aromatizaciya nizshih alkanov // *Rossijskijh i micheskiy zhurnal* [Russian chemical journal] 4:.15-21.
- [8] SHiryazdanov R.R., Rahimov M.N., Mansurov I.S. (2010) Osnovnye problemy, osobennostii perspektivy pererabotki neftezavodskih gazov // *Neftekhimiya*. [Petrochemistry] 1:32-35.
- [9] Yas'yan YU.P., Kolesnikov A.G., Krahmalova I.S., Borovikova T.N., Ivanenko M.V., Ovchinnikova P.F.(2001) Oblagorazhivanie pryamogonnyh benzinovyh frakcij namodificirovannyh ceolitah // *Himiya i tekhnologiya toplivimasel*. [Chemistry and technology of fuels and oils] 5:37-39.

90-летие академика Национальной академии наук Республики Казахстан Е.А.БЕКТУРОВА



Исполнилось 90 лет со дня рождения и 65 лет научно-педагогической и общественной деятельности известного ученого в области физической химии высокомолекулярных соединений, академика НАН РК, лауреата Государственной премии Казахстана, заслуженного деятеля науки и техники Республики Казахстан, доктора химических наук, профессора Есена Абикеновича Бектурова.

Е.А. Бектуров родился 14 декабря 1931 года в г. Ташкенте.

В 1949 году он поступил на химический факультет Казахского государственного университета, где затем обучался в аспирантуре. В 1958 г. защитил кандидатскую, а в 1972 г. – докторскую диссертации, в 1976 г. ему присвоено ученое звание профессора. С 1958 г. по 2009 г. он работал

в Институте химических наук АН КазССР, где прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией. С 2010 по 2021 годы Е.А. Бектуров работал профессором Казахского Национального педагогического университета. В 1983 г. Е.А. Бектуров избран в члены-корреспонденты, а в 2003 г. – в академики Национальной Академии наук Республики Казахстан.

Основное научное направление Е.А. Бектурова связано с фундаментальными исследованиями в области физической химии полимеров: водорастворимые полимеры, полиэлектролиты, полиамфолиты, комплексы полимеров, полимерные катализаторы, ионопроводящие комплексы, гидрогели, наночастицы металлов, стабилизированные полимерами. По результатам исследований в изданиях Казахстана, ближнего и дальнего зарубежья опубликовано более 800 работ, среди них 18 изобретений, 8 обзорных статей в журналах США, СССР, Энциклопедии полимерных материалов (США). Издано 32 монографии, 6 из них в ФРГ, Японии, Польше, России и 4 учебных пособия. Цикл работ Е.А. Бектурова с сотрудниками «Водорастворимые полимеры и их комплексы» в 1987 г. был удостоен Государственной премии Казахской ССР.

Исследования Е.А. Бектурова получили широкое признание в нашей стране и за рубежом. Публикации регулярно цитируются в монографиях и статьях ученых ближнего и дальнего зарубежья. Министерством науки и технической политики России Е.А. Бектуров был включён в базу данных «Лидеры науки СССР» в числе 6-ти наиболее цитируемых казахстанских ученых за период 1986-1991 гг. На монографии Е.А. Бектурова опубликовано 47 рецензий известных ученых в журналах СССР, США, ФРГ, Чехии, Румынии. Результаты исследований Е.А. Бектурова включены в ряд отечественных и зарубежных монографий, справочников и учебных пособий, а также стимулировали работы в некоторых лабораториях в нашей стране и за рубежом.

Е.А. Бектуровым внесен крупный вклад в развитие физической химии полимеров, создана широко известная в мире научная школа. Большое внимание Е.А. Бектуров уделяет подготовке высококвалифицированных кадров. Под его руководством защищено 35 кандидатских и 9 докторских диссертаций, в течение ряда лет прочитаны курсы лекций в Казахском и Вильнюсском университетах, Казахском химико-технологическом институте. Е.А. Бектуров – был членом специализированных Советов по защите докторских диссертаций, членом научно-консультативного совета журнала «Химия и технология воды» (Украина) и международного исследовательского совета Американского биографического Института (США).

Е.А. Бектуров неоднократно представлял казахстанскую науку за рубежом, выезжая для участия в качестве докладчика или члена оргкомитета в международных конференциях и симпозиумах, для чтения лекций и проведения совместных работ в ведущих научных центрах Японии, ФРГ, Чехии, Турции, Ирана, Голландии, Швейцарии, Италии, Канады.

Е.А. Бектуров – заслуженный деятель науки и техники Республики Казахстан (1993), лауреат Государственной премии Казахстана (1987), лауреат Международного фестиваля Хорезми (Иран) и Золотой медали ЮНЕСКО им. Нильса Бора (1997) за вклад в фундаментальную науку, лауреат премии К.И. Сатпаева (20), лауреат Государственной стипендии ученых, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники (2000), почетный профессор Павлодарского и Семипалатинского государственных университетов, лауреат общенациональной независимой премии «Тарлан» в номинации «Наука» (2003). По данным независимого агентства аккредитации и рейтинга Е.А. Бектуров вошёл в Топ-30 лучших преподавателей Вузов (2017 г.).

Е.А. Бектуров награжден медалями «За доблестный труд», «Ветеран Труда», «10 лет Конституции Республики Казахстан», «65, 70 и 75 лет Победы в Великой отечественной войне», а также грамотами Президиума АН КазССР.

Сердечно поздравляем Есена Абикеновича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и дальнейших успехов.

МАЗМҰНЫ

Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дәлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абилямгажанов А.З. ГАЗДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИННИҢ СУДАҒЫ ЕРІТІНДІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	6
Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н. 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛДЫ-3 C ₂₀ СУТЕКТЕНДІРУДІҢ НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ.....	14
Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К. БЕТТІК ТИПТІ АППАРАТТАҒЫ ТҰМАННЫҢ ТАМШЫЛАРЫ МЕН БӨЛШЕКТЕРІНІҢ БУ-ГАЗҚОСПАСЫНДАҒЫ КӨЛЕМДІК КОНДЕНСАЦИЯСЫ.....	22
Қожахметова А.М., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай Ө.П., Досбаева А.М. ТЫҢАЙТҚЫШ ҚОСПА РЕТІНДЕ АҚСАЙ КЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САПАЛЫ ФОСФОРИТТЕРІНІҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	30
Кудайбергенова Б.М., Қосжанова Г.Ж., Қайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумағалиева Ш.Н. КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ КРИОГЕЛЬДЕРДІҢ ЦПБ-МЕН ӘРЕКЕТТЕСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	35
Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш. KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES ӨСІМДІГІНІҢ АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ.....	40
Мұстафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Қожамсүгіров К., Свидерский А7 ҚАПТАЛҒАН ВИТАМИНДІ ҚОСПАМЕН ФУНКЦИОНАЛДЫ БАЙЫТЫЛҒАН ЕТ ӨНІМІ.....	45
Павличенко Л., Рысмағамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х. ЕЛЕК ӨЗЕНІ АЛҚАБЫНЫҢ ЖЕР ҮСТІ СУЛАРЫНДАҒЫ БОР ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРІСІН БАҒАЛАУ (АҚТӨБЕ, ҚАЗАҚСТАН).....	53
Серикбаева А.М., Қалмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлықапова Р.Б., Базарбаев Х. ОРГАНОАЛОКСИДТЕРМЕН ЕГІЛГЕН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН САЗДАРДЫ АЛУ, ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	61
Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А., Жұман Н.И. ЖЫЛДЫҢ ЖАЗ МЕЗГІЛІНДЕ СҮТТЕГІ МОЧЕВИНА ҚЫШҚЫЛЫН АНЫҚТАУ.....	69
Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т. МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА Н-АЛКАНДАР МЕН БЕНЗИН ФРАКЦИЯЛАРЫН ӨНДЕУ.....	75
Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С. БИОЛОГИЯЛЫҚ ЫДЫРАЙТЫН ҮЛДІР МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУ ҮШІН НЕГІЗГІ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ШЫҒУ ТЕГІ ӘРТҮРЛІ КРАХМАЛДАРДЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ МЕН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	84
Шаймерденова Г.С., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О. ЖАҒАТАС КЕН ОРНЫНЫҢ БАЛАНСТАН ТЫС ФОСФАТ ШИКІЗАТЫ: ҚҰРАМЫ МЕН ҚҰРЫЛЫМЫН КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ.....	93
Якияева М.А., Изтаев Б.А., Изтаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н. БІРІНШІ ЖӘНЕ ЕКІНШІ СҰРЫПТЫҚ ҰНДАРДАН ЖАСАЛҒАН АШЫТҚЫСЫЗ ҚАМЫРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУ.....	99
МЕРЕЙТОЙ Есен Әбікенұлы Бектұров 90 жаста!.....	112

СОДЕРЖАНИЕ

Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дэлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абиьлмагжанов А.З. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ.....	6
Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н. НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРИРОВАНИЯ 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛА-3 С ₂₀	14
Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К. ОБЪЕМНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ЧАСТИЦАХ ТУМАНА И КАПЛЯХ В АППАРАТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТИПА.....	22
Кожаметова А.М., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай О.П., Досбаева А.М. ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ ФОСФОРИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКСАЙ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА УДОБРЕНИЯ.....	30
Кудайбергенова Б.М., Косжанова Г.Ж., Кайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумагалиева Ш.Н. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КРИОГЕЛЕЙ С ЦПБ.....	35
Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш. АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES...	40
Мустафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Кожамсугиров К., Свицерский А. ФУНКЦИОНАЛЬНО ОБОГАЩЕННЫЙ МЯСНОЙ ПРОДУКТ С ИНКАПСУЛИРОВАННОЙ ВИТАМИННОЙ ДОБАВКОЙ.....	45
Павличенко Л., Рысмагамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ БОРА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ДОЛИНЫ РЕКИ ИЛЕК (АКТОБЕ, КАЗАХСТАН).....	53
Серикбаева, А.М., Калмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлыкапова Р.Б., Базарбаев Х. ПОЛУЧЕНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН С ПРИВИТЫМИ ОРГАНОАЛОКСИДАМИ.....	61
Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А, Жұман Н.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВИНЫ В МОЛОКЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА.....	69
Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т. ПЕРЕРАБОТКА Н-АЛКАНОВ И БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	75
Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С. ИССЛЕДОВАНИЯ МОРФОЛОГИИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРАХМАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	84
Шаймерденова Г.С., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О. ЗАБАЛАНСОВОЕ ФОСФАТНОЕ СЫРЬЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАНАТАС: КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ.....	93
Якияева М.А., Изгаев Б.А., Изгаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЗДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО СОРТА.....	99
ЮБИЛЕЙ 90-летие Есена Абикиновича Бектурова!.....	112

CONTENTS

Akurpekova A.K., Nefedov A.N., Dalelhanuly O., Tastemirova A.T., Abilmagzhanov A.Z. STUDY OF AQUEOUS SOLUTIONS OF METHYLDIETHANOLAMINE USED FOR GAS PURIFICATION.....	6
Jumekeyeva A.I., Akhmetova S.N., Bukharbayeva F.U., Aubakirov T.A., Zhanbekov KH.N. NICKEL - PALLADIUM CATALYSTS FOR HYDROGENATION OF 3, 7, 11, 15-TETRAMETHYLHEXADECYN-1-OL-3 C ₂₀	14
Issayeva A.N., Korganbayev B.N., Golubev V.G., Eschenko L.S., Zhumadullayev D.K. VOLUMETRIC CONDENSATION OF A VAPOR-GAS MIXTURE ON FOG PARTICLES AND DROPS IN A SURFACE-TYPE APPARATUS.....	22
Kozhakhmetova A.M., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Baiysbay O.P., Dosbayeva A.M. RESEARCH OF THE COMPOSITION OF LOW-RATED PHOSPHORITES OF THE AKSAY DEPOSIT AS A COMPONENT OF FERTILIZER.....	30
Kudaibergenova B.M., Koszhanova G.Zh., Kairalapova G.Zh., Iminova R.S., Zhumagalieva Sh.N. REGULARITIES OF INTERACTION OF COMPOSITE CRYOGELS WITH CPB.....	35
Kemelbek M, Samir A.R, Burasheva G.Sh AMINO ACID AND FATTY ACID CONTENTS OF THE PLANT KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES.....	40
Mustafaeva A., Iskineyeva A., Fazylov S., Kozhamsugirov K., Sviderskiy A. FUNCTIONALLY ENRICHED MEAT PRODUCT WITH INCAPSULATED VITAMIN SUPPLEMENT.....	45
Pavlichenko L., Rysmagambetova A., Tanybayeva A., Solodova E., Rodrigo Ilarri J. ASSESSMENT OF BORON CONTENT CHANGES IN THE SURFACE WATER OF THE ILEK RIVER VALLEY (AKTOBE, KAZAKHSTAN).....	53
Serikbayeva A.M., Kalmakhanova M.S., Massalimova B.K., Zharlykapova R.B., Bazarbaev H. PREPARATION AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC MODIFIED CLAYS WITH GRAFTED ORGANOALKOXIDES.....	61
Sakieva Z.Zh., Zholmyrzayeva R.N., Boranbayeva T.K., Abish Zh.A., Zhuman N.I. DETERMINATION OF UREA IN MILK.....	69
Tuktin B.T., Tenizbaeva A.S., Temirova A.M., Saidilda G.T. PROCESSING OF N-ALKANES AND GASOLINE FRACTIONS ON MODIFIED ZEOLITE CATALYSTS.....	75
Ospankulova G.Kh., Toimbaeva D.B., Ermekov E.E., Saduakhasova S.A., Aidarkhanova G.S. STUDIES OF THE MORPHOLOGY AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF STARCHES OF VARIOUS ORIGINS AS THE MAIN RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF BIODEGRADABLE FILM MATERIALS.....	84
Shaimerdenova G.S., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Mussirepova E.B., Tastanbekova B.O. OFF-BALANCE PHOSPHATE RAW MATERIALS OF THE ZHANATAS DEPOSIT: COMPREHENSIVE STUDY OF COMPOSITION AND STRUCTURE.....	93
Yakiyayeva M.A., Iztayev B.A., Iztayev A.I., Tursunbayeva Sh.A., Rakhymbayeva M.N. STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF YEASTLESS DOUGH FROM WHEAT FLOUR OF THE FIRST AND SECOND GRADES.....	99
ANNIVERSARY	
90th anniversary of Yesen Abikenovich Bekturov!.....	112

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 10.12.2021.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 5-6.