

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халык»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
1 (458)

JANUARY – MARCH 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в Astana IT University, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «USTEM Robotics» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «Almaty Digital Ustaz».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится

работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и WoS и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

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 Мынжасарұлы (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 4 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/archiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

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

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 В ладимир 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

ТЕЛЬГАЕВ 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 углехимии (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: 4 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/archiv>

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

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

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: 4 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, 2024

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 1. Number 458 (2024), 94–105

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.210>

УДК 541.128

МРПТИ 31.15.28

© **B.K. Massalimova^{1*}, A.S. Darmenbayeva², Zh. Mukazhanova³,
S.A. Tungatarova^{4,5}, V.A. Sadykov⁶, 2024**

¹M.Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavl, Kazakhstan;

²M.Kh. Dulaty Taraz Region University, Taraz, Kazakhstan;

³S. Amanzholov East Kazakhstan University, Oskemen, Kazakhstan;

⁴D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan;

⁵Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

⁶Institute of Catalysis named after G.K. Boreskov, Novosibirsk, Russia.

E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz

PARTIAL OXIDATION OF A PROPANE-BUTANE MIXTURE ON CATALYSTS SUPPORTED ON A NATURAL SUPPORT

Massalimova Bakytgul Kabykenovna — Professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology, M.Kozybayev North Kazakhstan University; Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz, ORCID: 0000-0003-0135-9712;

Darmenbayeva Akmaral Sabetbekkyzy — Associate professor at the Department of Chemistry and Chemical technology, M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

E-mail: maral88@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2974-0398;

Mukazhanova Zhazira Bigalievna — PhD, Head of the Department of Chemistry, East Kazakhstan University named after S. Amanzholov

E-mail: mukazhanovazhb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>;

Tungatarova Svetlana Alexandrovna — Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”; Professor of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: tungatarova58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6005-747X>;

Sadykov Vladislav Aleksandrovich — doctor of chemical sciences, professor, Novosibirsk State University, Institute of Catalysis named after G. Boreskov. Novosibirsk, Russia

E-mail: sadykov@catalysis.ru. ORCID: 0000-0003-2404-0325.

Abstract. Rational use of associated petroleum gas is one of the priorities facing the oil and gas complex of the Republic of Kazakhstan. The obtained results on the conversion of a propane-butane mixture on synthesized polyoxide catalysts can serve as the basis for the development and creation of a technology for processing associated petroleum gas components into hydrocarbons of greater chemical significance, namely aromatic compounds. The composition of the catalytic system, the process conditions have been optimized, it allows to obtain the maximum possible amount of the target

product from gaseous hydrocarbons. The industrial implementation of this process will make it possible to rationally use associated petroleum gas, which will expand the raw material capabilities of the petrochemical sector. The process of oxidation of a propane-butane mixture in a catalytic system deposited on a natural support has been studied. Torgai white clay was chosen as a natural support. The effects of temperature, volumetric rate, composition of the active phase, the ratio of initial reaction mixtures on the reaction of partial oxidation were determined. Among the studied catalysts, MoCrGa with an active phase content of 1 % showed high activity in terms of the yield of reaction products of the partial oxidation of the propane-butane mixture, while the yield of benzene reached 83 %. The properties of the 1 % MoCrGa catalyst deposited on Torgai white clay were studied by XRPA, EM methods. According to the results of XRPA, there is a similarity in the structure of the 1 % MoCrGa/TWC catalyst and Torgai white clay. Since the catalysts are X-ray amorphous, they were studied by electron microscopy. The size of the catalyst was 10–20 nm; the phase composition of the resulting catalysts was also determined at temperatures of 723K, 823K; the activity of the 1% MoCrGa/TWC catalyst was directly related to the phase composition.

Keywords. Torgai white clay, propane-butane mixture, partial oxidation, natural clay, aromatic hydrocarbons

© **Б.К. Масалимова**^{1*}, **А.С. Дарменбаева**², **Ж.Б. Мукажанова**³,
С.А. Тунгатарова^{4,5}, **В.А. Садыков**⁶, 2024

¹М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,
Петропавл, Қазақстан;

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан;

³С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен, Қазақстан;

⁴Д.В. Сокольский ат. жанармай, катализ және электрохимия институты,
Алматы, Қазақстан;

⁵Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

⁶Г.К. Боресков атындағы Катализ институты, Новосібір, Ресей.

E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz

ТАБИҒИ ТАСЫМАЛДАҒЫШҚА ҚОНДЫРЫЛҒАН КАТАЛИЗАТОРЛАРДА ПРОПАН-БУТАН ҚОСПАСЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ТОТЫҒУЫ

Масалимова Бакытгуль Кабыкеновна — «Химия және химиялық технология» кафедрасының профессоры, М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті; Петропавл, Қазақстан
E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz, ORCID: 0000-0003-0135-9712;

Дарменбаева Ақмарал Сабетбекқызы — «Химия және химиялық технология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан
E-mail: maral88@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2974-0398;

Мукажанова Жазира Бигалиевна — PhD, «Химия» кафедрасының меңгерушісі, С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті. Өскемен, Қазақстан
E-mail: mukazhanovazhb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>;

Тунгатарова Светлана Алесандровна — химия ғылымдарының докторы, профессор, Тотығу

катализи зертханасының меңгерушісі, Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты; әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университетінің профессоры, Алматы, Қазақстан

E-mail: tungatarova58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6005-747X>;

Садыков Владислав Александрович — химия ғылымдарының докторы, профессор, Новосібір мемлекеттік университеті, Г.Боресков атындағы катализ институты. Новосібір, Ресей

E-mail: sadykov@catalysis.ru. ORCID: 0000-0003-2404-0325.

Аннотация. Ілеспе мұнай газын ұтымды пайдалану Қазақстанның мұнай-газ кешенінің алдында тұрған басым міндеттердің бірі болып табылады. Пропан-бутан қоспасының жартылай тотығуы синтезделген полиоксидті катализаторларда бойынша алынған нәтижелер ілеспе мұнай газының құрамдас бөліктерін химиялық құндылығы жоғары көмірсутектерге, атап айтқанда ароматты қосылыстарға өңдеу технологиясын әзірлеуге және құруға негіз бола алады. Каталитикалық жүйенің құрамы және газ тәрізді көмірсутек шикізатынан мақсатты өнімнің максималды мөлшерін алуға мүмкіндік беретін жартылай тотығу процесінің шарттары оңтайландырылған. Бұл процесті өнеркәсіптік іске асыру ілеспе мұнай газын ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді, бұл мұнай-химия секторының шикізат мүмкіндіктерін кеңейтеді. Табиғи тасымалдағышқа қондырылған каталитикалық жүйеде пропан-бутан қоспасының жартылай тотығу процесі зерттелді. Табиғи тасымалдағыш ретінде Торғай ақ сазбалшығы таңдалып алынды. Жартылай тотығу реакциясына температураның, көлемдік жылдамдықтың, активті фаза құрамының және бастапқы реакциялық қоспа қатынастарының әсері анықталды. Зерттелген катализаторлардың ішінде пропан-бутан қоспасының жартылай тотығу реакциясы өнімдерінің шығымы бойынша белсенді фаза мөлшері 1 % MoCrGa катализаторы жоғары белсенділік көрсетті, бұл кезде бензол шығымы 83%-ға жетті. Торғай ақ сазбалшығына отырғызылған 1 % MoCrGa катализаторының қасиеттері РФА және ЭМ әдістерінің көмегімен зерттелді. РФА нәтижелері бойынша 1 % MoCrGa/TACB катализаторы және Торғай ақ сазбалшығының құрылымының ұқсастығы байқалды. Катализаторлар рентгеноаморфты болғандықтан электронды микроскоп әдісімен зерттелді. Катализатордың мөлшері 10–20 нм құрады, 723K және 823K температурадағы қалыптасқан катализаторлардың фазалық құрамы анықталып, 1 % MoCrGa/TACB катализаторының белсенділігінің фазалық құрамына тікелей байланысы көрсетілді.

Түйін сөздер: Торғай ақ сазбалшығы, пропан-бутан қоспасы, жартылай тотығу, табиғи сазбалшық, ароматты көмірсутектер

© **Б.К. Масалимова^{1*}, А.С. Дарменбаева², Ж.Б. Мукажанова³,
С.А. Тунгатарова^{4,5}, В.А. Садыков⁶, 2024**

Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Казахстан;
Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Казахстан;
Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова,
Усть-Каменогорск, Казахстан;
Институт топлива, катализа и электрохимии Д.В. Сокольского,
Алматы, Казахстан;
Казахский Национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Казахстан;
Институт Катализа им. Г.К. Борескова, Новосибирск, Россия.
E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz

ПАРЦИАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ НА КАТАЛИЗАТОРАХ, НАНЕСЕННЫХ НА ПРИРОДНЫЕ НОСИТЕЛИ

Масалимова Бакытгуль Кабыкеновна — профессор кафедры «Химия и химическая технология», Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева; Петропавловск, Казахстан
E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz, ORCID: 0000-0003-0135-9712;

Дарменбаева Акмарал Сабетбекқызы — ассоциированный профессор кафедры «Химия и химическая технология», Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан
E-mail: maral88@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2974-0398;

Мукажанова Жазира Бигалиевна — PhD, заведующий кафедрой «Химии», Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова. Усть-Каменогорск, Казахстан
E-mail: mukazhanovazhb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>;

Тунгатарова Светлана Александровна — доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией окислительного катализа, Институт топлива, катализа и электрохимии Д.В. Сокольского; профессор Казахского Национального университета аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: tungatarova58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6005-747X>;

Садыков Владислав Александрович — доктор химических наук, профессор, Новосибирский государственный университет, Институт катализа имени Г. Борескова. Новосибирск, Россия
E-mail: sadykov@catalysis.ru. ORCID: 0000-0003-2404-0325.

Аннотация. Рациональное использование попутного нефтяного газа является одной из приоритетных задач, стоящих перед нефтегазовым комплексом Казахстана. Полученные результаты по превращению пропан-бутановой смеси на синтезированных полиоксидных катализаторах могут послужить основой для разработки и создания технологии переработки компонентов попутного нефтяного газа в углеводороды большей химической ценности, а именно в ароматические соединения. Авторами оптимизирован состав каталитической системы и условия проведения процесса, позволяющие получать максимально возможное количество целевого продукта из газообразного углеводородного сырья. Промышленная реализация данного процесса позволит рационально использовать попутный нефтяной газ, что расширит сырьевые возможности нефтехимического сектора. В работе исследован процесс парциального окисления

пропан-бутановой смеси в каталитической системе, нанесенный на природный носитель. В качестве природного носителя была выбрана Торгайская белая глина. Определено влияние температуры, объемной скорости, состава активной фазы и соотношения исходных реакционных смесей на реакцию парциального окисления. Среди исследованных катализаторов MoCrGa с содержанием активной фазы 1 % показал высокую активность по выходу продуктов реакции парциального окисления пропан-бутановой смеси, при этом выход бензола достиг 83 %. Методами РФА и ЭМ исследованы свойства катализатора 1 %MoCrGa, нанесенного на торгайскую белую глину. По результатам РФА наблюдается сходство структуры катализатора 1 % MoCrGa/ТБГ и торгайской белой глины. Поскольку катализаторы рентгеноаморфны, их исследовали методом электронной микроскопии. Размер катализатора составлял 10-20 нм, также определяли фазовый состав образующихся катализаторов при температурах 723К и 823К, активность катализатора 1%MoCrGa/ТБГ была напрямую связана с фазовым составом.

Ключевые слова: Тургайская белая глина, пропан-бутановая смесь, парциальное окисление, природная глина, ароматические углеводороды

Introduction

The effective use of hydrocarbon gas raw materials is one of the urgent problems. The basis of natural and associated gases is lower paraffins (Shorayeva, Massalimova et al., 2021). Gases from oil plants consist of C₃-C₄ paraffins and up to 40 % of their corresponding olefins. The light fraction of C₂-C₅ hydrocarbons, which is obtained as a by-product, has been unable to find its effective application in Kazakhstan.

To this day, the majority of C₂-C₅ hydrocarbons are used as compressed gas and household fuel (mainly propane-butane mixture). Valuable chemical products such as aromatic and aliphatic liquid hydrocarbons can be obtained from the light paraffins and olefins contained in the gasses from oil plants, therefore this problem never loses its relevance (Rasulov et.al., 2012; Tuktin et.al., 2020).

For the first time, the method of obtaining aromatic hydrocarbons from C₃-C₅ low molecular weight paraffins was solved in the 1960s (Dorogochinsky et.al., 1989). Aromatic compounds are formed by carrying out the following reactions: dehydrogenation → oligomerization of olefins → dehydrocyclization (benzene) → alkylation (toluene, xylene). In recent years, the widespread use of zeolite catalysts in the oil refining and petrochemical industry has influenced the improvement of catalytic processes. In particular, zeolite catalysts were distinguished by their high activity, selectivity and stability in the processes of cracking, hydrocracking, isomerization of paraffinic and aromatic hydrocarbons (Zaikovskii et.al., 2018; Tuktin et.al., 2019). In addition, they were highly active in oligomerization and dehydrocyclization processes of light paraffins and olefins into high molecular weight products (Baerlocher et.al, 2007; Frey et al, 2011). An effective catalyst is needed for the conversion of C₂-C₅ hydrocarbons into high molecular weight compounds. From this point of view, the attention of researchers has recently been drawn to pentasil-based zeolite. In general, the use of zeolites in various processes depends on their activity, selectivity, thermal

stability, mechanically resistant properties as shown above (Zaikovskii et.al., 2018; Gabrienko et.al., 2010). In the way of obtaining aromatic hydrocarbons from a propane-butane mixture, some works have mainly studied haloaluminosilicate catalysts. Catalyst containing gallium provides process stability and increased activity (Vosmerikova et.al., 2008; Bhan et.al., 2008). In this work, the influence of the nature of molybdenum, chromium, and gallium catalysts fixed on natural supports such as Torgai white clay (TWC) and reaction conditions on the yield of benzene formed during the partial oxidation of C₃-C₄ hydrocarbons was studied (Massalimova, 2019).

The aromatization of propane and other small alkanes offers a promising method for generating valuable aromatic products from saturated hydrocarbons (Vosmerikov et.al., 2014; Caeiro et.al., 2006; Hagen et.al., 2000). In recent decades, extensive literature has addressed the mechanism of propane aromatization using metal-modified zeolites, primarily gallium (Ga) and zinc (Zn), aiming to enhance the efficiency of aromatization (Vosmerikov et.al., 2008 et.al., Vosmerikov et.al., 2019). The widely accepted reaction pathway involves propane dehydrogenation, forming an olefin, which then undergoes dehydrooligomerization and cyclization steps to produce aromatic molecules. The role of the metal component in the most commonly employed catalysts, based on gallium or zinc-modified high silica zeolites, remains a subject of debate. It may involve creating bifunctional sites for propane activation or enhancing the dehydrogenation function of the catalyst, facilitating easier hydrogen desorption as H₂ (Hagen et.al., 2000; Vosmerikov et.al., 2019).

Materials and basic methods

Research work was carried out in the temperature range of 573–873 K, contact time 0.24–12s, volume speed 300–15000 h⁻¹, with changes in the initial reaction mixture ranges C₃-C₄ 14–80 %; O₂ 4–18 % (Massalimova, 2019).

1 %MoCrGa/TWC was used as a catalyst. Their preparation, carrying out the process of partial oxidation of C₃-C₄ hydrocarbons, identification of the products formed as a result of the reaction were carried out in the same conditions as described in the previous article (Massalimova, 2019).

Some physico-chemical properties of prepared catalysts were studied using electron microscope (EM) (EM-125K), X-ray phase analysis (XRPA) (diffractometer DRON-4-07). In addition, the specific surface area and the pore volume of the catalysts were determined using the BET method. The studies were carried out using an EM-125K electron microscope using the method of single-stage carbon replicas with extraction, using microdiffraction, as well as the transmission method (suspension preparations). The shooting was carried out at different magnifications depending on the size of the particles. Replicas were sprayed in a VUP-5 installation. The carrier was dissolved in concentrated HF.

Results and discussion

During partial oxidation of C₃-C₄ hydrocarbons on MoCrGa/ TWC catalyst, it was shown that the reaction is multidirectional (cracking, dehydrogenation, isomerization, aromatization) and various organic compounds are formed (Massalimova, 2019). However, since the main goal of this article is to determine the ways to obtain benzene

products by changing the reaction conditions, we will focus only on the aromatization process. Partial oxidation of the propane-butane mixture was carried out in the flow-catalytic installation PKU-1 (Figure 1).



Figure 1. Flow-catalytic installation PKU-1

Figure 2 shows the temperature (723–873K) of the product yield of benzene obtained during partial oxidation of propane-butane mixture on pure TWC and 10 % Mo/TWC, Cr/TWC, Ga/TWC catalysts. The yield of benzene does not exceed 0.3 % in catalysts used in the temperature range of 673–773K. As the process temperature increases to 823–873K, the yield of benzene increases to 2.5 % in the pure support and catalytic system, while other structures such as methyl ethyl ketone, acetone, acetaldehyde and gas phase H_2 , C_2H_4 are formed in the amount of 15–20 %.

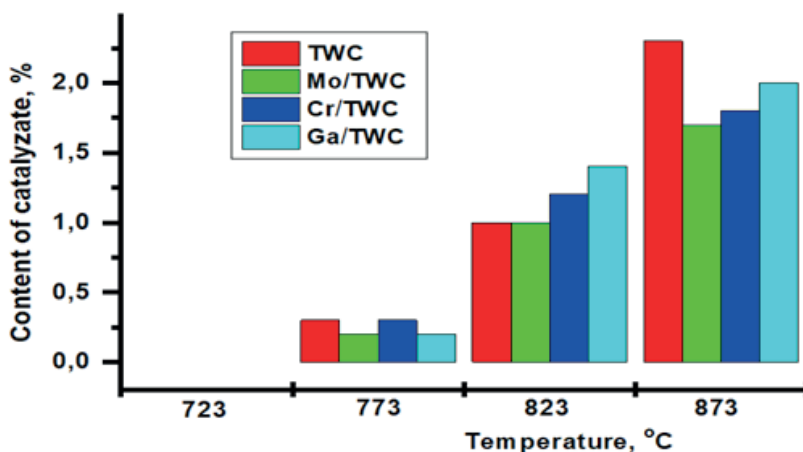


Figure 2. Effect of temperature on the yield of benzene in supported and monocomponent catalysts. Reaction conditions: $C_3-C_4:O_2:N_2=7:1:4$; $W=7500h^{-1}$;

Figure 3 shows the effect of the amount of active phase (1-, 5-, 10%MoCrGa/TWC) on the yield of benzene formed in the partial oxidation process of the propane-butane mixture on the MoCrGa/TWC catalyst. Comparing the used catalytic systems, high activity of 1 %MoCrGa was observed, and the yield of benzene increased to 83 %. With the increasing of the amount of active phase by 5–10 %, there are observed only traces of benzene among the products formed on MoCrGa/TWC catalysts.

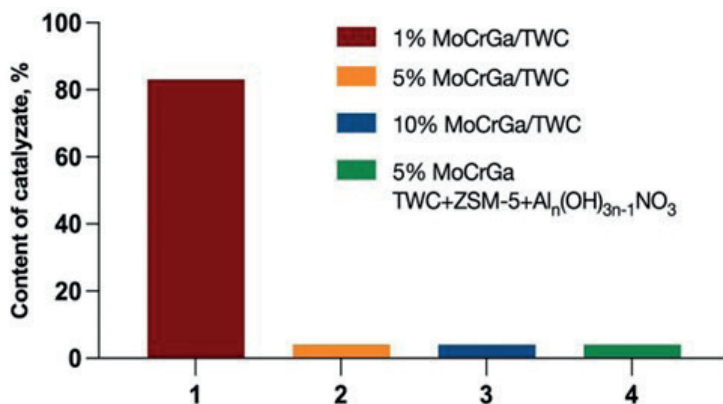


Figure 3. Influence of catalyst composition on the amount of benzene in the catalyzate. Reaction conditions: $C_3-C_4:O_2:N_2=7:1:4$; $T=823K$; $W=750h^{-1}$;

In Figure 4, the influence of the volumetric rate on the partial oxidation process of the C_3-C_4 hydrocarbon mixture on the MoCrGa/TWC catalyst was studied. According to the figure, the yield of benzene was considered in the ratio of initial reaction mixture $C_3-C_4:O_2:N_2=7:1:4$, volumetric rates of $750h^{-1}$ and $7500h^{-1}$, temperature ranges of $573K-823K$. Benzene is not formed at the sharply increased volume rate of $7500 h^{-1}$. In the temperature range of $573K-723K$, a trace of benzene is observed at a volumetric rate of $750 h^{-1}$, when the temperature is raised to $773K$, the yield of benzene increases by 10 %, and at $823K$, its yield increases sharply and reaches 83 %.

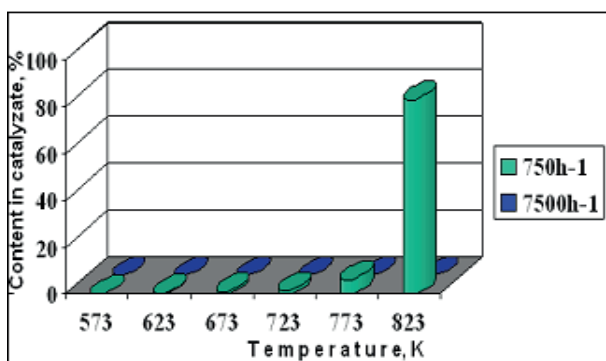


Figure 4. Effect of space velocity on the yield of benzene in the catalyzate on a 1% MoCrGa/TWC catalyst. Reaction conditions: $C_3-C_4:O_2:N_2=7:1:4$;

Thus, it was observed that the temperature, volumetric rate, composition of the initial reaction mixture have a great influence on the yield of benzene formed during partial oxidation of propane-butane mixture. When the composition of the reaction mixture was C3-C4:O2:N2=7:1:4, the yield of benzene increased at a temperature of 823K.

The 1%MoCrGa/TWC catalyst, which showed a high activity in these experiments, was studied by XRPA and EM methods. According to the XRPA method, the 1%MoCrGa/TWC catalyst before the reaction consists of α -quartz, X-ray amorphous (JCPDS 5-490), 3.52 and 7.01-kaolinite $Al_2[OH]_4\{Si_2O_3\}$ (29-1488), which basically corresponds to the structure of Torgai white clay. Meanwhile, the diffractogram of the 1%MoCrGa/TWC catalyst was formed pretreated in the reaction feed at 623K and 823K are similar to each other and to the initial sample. All catalysts are X-ray amorphous. Therefore, phases not observed by XRPA can be detected by EM method. These two methods complement each other and describe the change of the catalyst composition depending on the effect of the reaction medium. Figure 5 shows that the initial 1%MoCrGa/TWC catalyst consists of large and densely packed particles. The rare reflections correspond to the Cr_2O_3 (JCPDS, 6-508) phase.

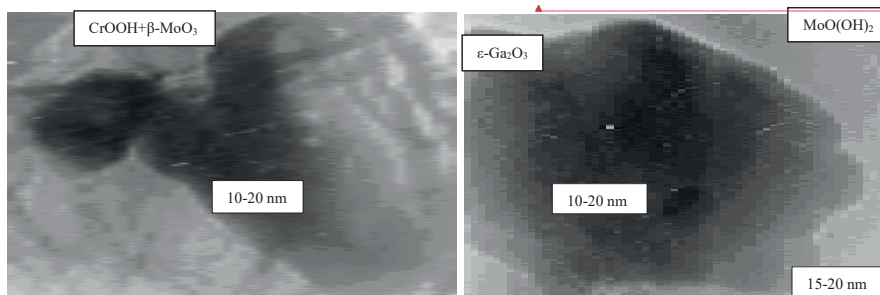
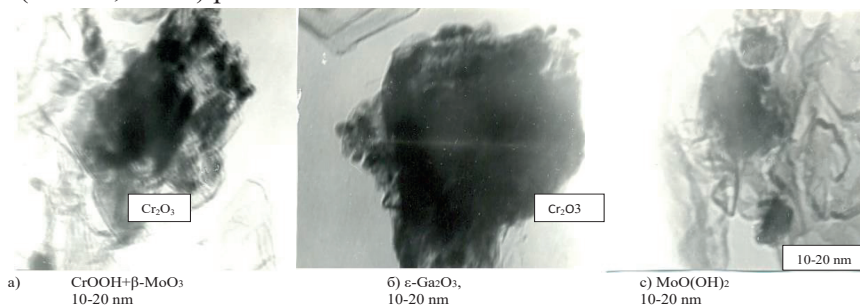


Figure 5. Electron microscopy images of the initial 1% MoCrGa/TWC catalyst

After testing at 623 K, the sizes of the catalyst particles formed in the reaction medium are 10–20 nm and larger, and the dense, semi-transparent, symmetrical reflection-type phases of CrOOH (JCPDS, 20-312) and β -MoO₃ (JCPDS, 37-1445) consists of a mixture (Figure 6a). Aggregates ϵ -Ga₂O₃ (JCPDS, 6-509) (Fig. 6b) and plate-type MoO(OH)₂ (JCPDS, 9-161) (Fig. 6c) consisting of dense particles with a size of 10-20 nm and larger, diffuse new circular γ -MoC (JCPDS, 8-384) (Fig. 6d), hexagonal (Fig. 6e) MoC (JCPDS, 6-546) phases.



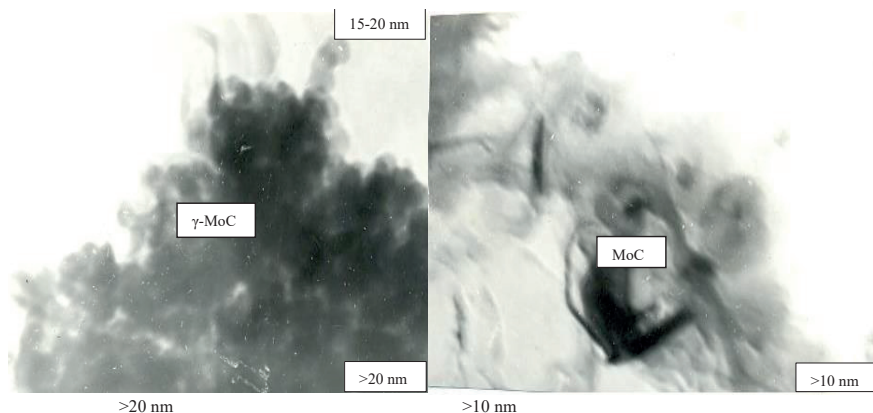


Figure 6. Electron microscopy images of the 1% MoCrGa/TWC catalyst after testing at 623K.

Meanwhile, at 823K, the semi-transparent release with a volume of 10-20 nm and larger is a concentrated, often symmetrical, set of reflections: Ga_2O_3 (JCPDS, 6-529), Cr_3O_4 (JCPDS, 12-559), $\text{Mo}_{0.42}\text{C}_{0.58}$ (Phases such as JCPDS, 36-863), Mo_3O_5 (JCPDS, 20-754) (Fig. 7a), a large set of aggregate reflections consisting of dense particles with a size of 6-10 nm $\text{Cr}_{0.17}\text{Mo}_{0.83}\text{O}_2$ (JCPDS, 34-473) and MoC (JCPDS, 6-546) (Fig. 7b) and a dense particle aggregate consisting of a mixture of CrO (JCPDS, 6-532), $\text{Cr}_{0.17}\text{Mo}_{0.83}\text{O}_2$ (JCPDS, 34-473) with a size of 10-20 nm (Fig. 7c).

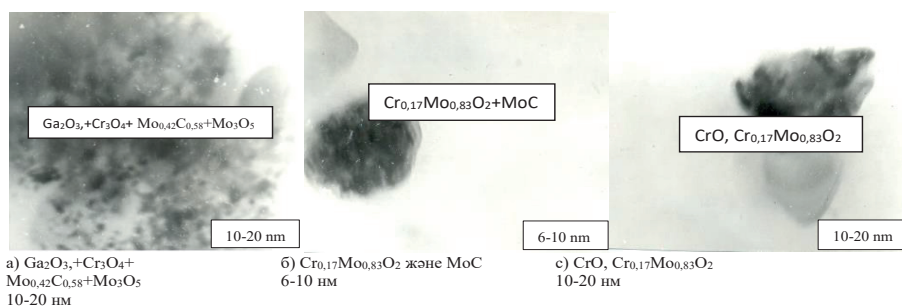


Figure 7. Electron microscopy images of the 1% MoCrGa/TWC catalyst after testing at 823K.

The specific surface area and pore volumes of synthesized catalysts are shown in the Table 1. The values of the surface area and the pore volume of Torgai clay is lower than 1 %-, 5 %-, 10 % MoCrGa/TWC.

Table 1. Specific surface area and pore volumes of synthesized catalysts in partial oxidation of the propane-butane mixture.

| № | Catalysts | Specific surface, m ² /g | Pore volumes V_{ADSmax} , ml/g |
|---|-------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | Torgai white clay (TWC) | 14,51 | 155.53 |
| 2 | 1%Mo+1%Cr+1%Ga/ TWC | 16.80 | 303.61 |
| 3 | 5%Mo+5%Cr+5%Ga/ TWC | 21.29 | 297.47 |
| 4 | 10%Mo+10%Cr+10%Ga/ TWC | 36,8 | 172,76 |

The specific surface area of 1 %MoCrGa/TWC catalyst is 16,80 m²/g and the pore volume is 303,61 ml/g. These results obtained using the BET method are considered sufficient for the use them in the catalytic processes.

Conclusion

In conclusion, the decrease of the particle size of the catalyst due to the reaction medium effect (from 20 to 6 nm) affects the formation of spinel in the form of CrMoO₂ in its content. It was determined that the increase in the yield of benzene in the catalytic process is related to the above change. Thus, it was shown that the high activity of the 1 %MoCrGa/TWC catalyst is directly related to the formation of new phase compositions and changes in their particle sizes, as shown by the results of XRPA and EM studies.

REFERENCES

- Baerlocher C., McCusker L.B., Olson D.H. (2007). Atlas of Zeolite Framework Types. 6-th ed. — New York: Elsevier Inc. — 2007. — 398 p. — ISBN 978-0-444-53064-6.
- Bhan A., Delgass W.N. (2008). Propane Aromatization over HZSM-5 and Ga/ HZSM-5 Catalysts. *Catal. ReV.* — Sci. Eng. 2008, — 50, — 19–151. — DOI: <https://doi.org/10.1080/01614940701804745>
- Caciro G., Carvalho R. H., Wang X., M.A.N.D.A. Lemos, Lemos F., Guisnet M., F. Ramoa Ribeiro. (2006). Activation of C₂–C₄ alkanes over acid and bifunctional zeolite catalysts. *Mol. Catal. A: Chem.* — 2006, — 255, — 131–158. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molcata.2006.03.068>
- Dergachev A.A., Lapidus A.L. (2008). Catalytic aromatization of light alkanes. *Russian Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal*. 2008; — 4:15–21 (In Russ.).
- Dorogochinsky A.Z., Proskurin A.L., Ovcharov S.N., Krupina N.N. (1989). Aromatization of low molecular weight paraffin hydrocarbons on zeolite catalysts // — Inf.sb.M.: TsNIITeneftekhimi. — 1989. — P. 60
- Frey K., Lubango L.M., Scurrell M.S., Gucci L. (2011). Light alkane aromatization over modified ZnZSM-5 catalysts: characterization of the catalysts by hydrogen/deuterium isotope exchange. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*. 2011. — Vol. 104. — Pp. 303–309. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s11144-011-0382-4>
- Gabrienko A.A., Arzumanov S.S., Freude D., Stepanov A.G. (2010). Propane Aromatization on ZnModified Zeolite BEA Studied by Solid-State NMR in Situ. *Journal of Physical Chemistry C*. 2010. — Vol. 114. — Pp. 12681–12688. — DOI: <https://doi.org/10.1021/jp103580f>
- Hagen A., Roessner F. (2000). Ethane to Aromatic Hydrocarbons: Past, Present, Future. *Catal. ReV.* — Sci. Eng. 2000, — 42, — 403–437. — <https://doi.org/10.1081/CR-100101952>
- Luzgin M.V., Rogov V.A., Arzumanov S.S., Toktarev A.T., Stepanov A.G., Parmon V.N. (2009). Methane aromatization on Zn-modified zeolite in the presence of a co-reactant higher alkane: — How does it occur? *Catalysis Today* 144 (2009) — 265–272. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.01.104>
- Lu H., You H. (2010). Aromatization Reaction of Liquefied Petroleum Gas. *Petroleum Science and Technology*. 2010; — 28:8, — 816–825, — <https://doi.org/10.1080/10916460903070496>
- Massalimova B.K. (2019). Partial oxidation of C₃–C₄ hydrocarbons. — Astana. 2019. — ISBN: 978-601-7300-69-2.
- Shorayeva K.A., Massalimova B.K., Bepalko Y.N., Kovalev E.P., Ishchenko A.V., Sadykov V.A. (2021). Synthesis, properties, and activity of MoVTenbO catalysts modified by zirconia-pillared clays in oxidative dehydrogenation of ethane. — *Open Chemistry*. 2021. *Open Chemistry* 2021; — 19: 492–502. — DOI: <https://doi.org/10.1515/chem-2021-0048>
- Qingyin Li, Fengqi Zhang, Jack Jarvis, Peng He, Matthew M. Yung, Aiguo Wang, Kai Zhao, Hua Song (2018). Investigation on the light alkanes aromatization over Zn and Ga modified HZSM-5 catalysts in the presence of methane Fuel 219 (2018). — 331–339. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.01.104>
- Rasulov S.R., Mustafayeva G.R., Makhmudova L.A. (2012). Perspective catalysts for propane aromatization. *Oil refining and Petroleum Chemistry*. 2012; — 2:36–41. — DOI: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.56>

Tuktin B.T., Temirova A.M., Omarova A.A., Tenizbaeva A.S. (2019). Conversion of light alkanes into aromatic hydrocarbons on modified zeolite-containing catalysts. *Oil and gas* 2019; — 3:102. — 112. (In Russ.).

Tuktin B.T., Temirova A.M., Saidilda G.T., Omarova A.A. (2020). Conversion of propane-propylene fraction into aromatic hydrocarbons on modified zeolite catalysts. — *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series Chemistry and Technology*. 2020. — 1:439. — 64–71. — <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.8>

Vosmerikova L.N., Sedoy V.S., Vosmerikov A.V. (2008). Activity of Zeolite Catalysts Containing Zr and Mo Powders During Conversion of Gaseous Hydrocarbons, Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies 2008. — Vol. 6. — № 4. — Pp. 1295–1303. — <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/76230>

Vosmerikov A.A., Vosmerikova L.N., Zaikovskiy V.I. (2008). Aromatization of C₃, C₄ alkanes on Zn-pentasil of the MFI structural type. *Kinetics and catalysis*. 2008. — 2:28-31. — DOI: <https://doi.org/10.24411/2310-8266-2018-10205>

Vosmerikova L.N., Barbashin Ya.E., Vosmerikov A.V. (2014). Catalytic aromatization of ethane on zinc-modified zeolites of various framework types. — *Neftekhimiya*. 2014. — 54:6: — 420–425 (In Russ.).

Vosmerikov A.A., Vosmerikova L.N., Danilova I.G., Vosmerikov A.V. (2019). Production of Aromatic Hydrocarbons from C₃, C₄-alkanes over Zeolite Catalysts. *Journal of Siberian Federal University. — Chemistry 1* (2019 12). — 144–154.

Zaikovskii V.I., Vosmerikova L.N., Vosmerikov A.V. (2018). Nature of the Active Centers of In-, Zr-, and Zn-Aluminosilicates of the ZSM-5 Zeolite Structural Type. *Russian Journal of Physical Chemistry*. 2018. — Vol. 92 (4). — Pp. 689–695. — DOI: <https://doi.org/10.1134/S0036024418040349>

МАЗМҰНЫ

| | |
|---|-----|
| Н.А. Алжаппарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов ХАЛКОН НЕГІЗІНДЕГІ 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛДЫ СИНТЕЗДЕУДІҢ ЖАҢА СТРАТЕГИЯСЫ..... | 7 |
| Ж. Жақсылық, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадұллаев ТҮБЕЛІКТІ РЕАКТОРДАҒЫ АГРЕГАЦИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ СТОХАСТИКАЛЫҚ РЕКТОР КОНЦЕПЦИЯСЫНА НЕГІЗГЕН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ..... | 18 |
| Т.С. Кайменова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Қосмбаева, Г.Ж. Жақупова АСФАЛЬТЕНДЕРДЕН СОРБЕНТТЕР АЛУ ЖӘНЕ ЖОЛ БИТУМЫНА АДГЕЗИЯЛЫҚ ҚОСПА РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ..... | 27 |
| Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева ХИМИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗДЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ..... | 40 |
| Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилқасова, С.С. Егеубаева АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ЗАТТАРМЕН ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН ЗЕРТТЕУ..... | 54 |
| А.Б. Қуандықова, Б.Ж. Джиембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Ақылбеков, Н.О. Акимбаева БЕЛИТТІ КЛИНКЕР СИНТЕЗДЕУ ҮШІН АЦІСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН ҚОЛДАНУ..... | 70 |
| А. Қуандықова, Б. Таймасов, Н. Жаникулов, Е. Потапова ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) ЖӘНЕ ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) СИНТЕЗІ, МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЖӘНЕ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ..... | 83 |
| Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садыков ТАБИҒИ ТАСЫМАЛДАҒЫШҚА ҚОНДЫРЫЛҒАН КАТАЛИЗАТОРЛАРДА ПРОПАН-БУТАН ҚОСПАСЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ТОТЫҒУЫ..... | 94 |
| О. Нүркенов, С. Фазылов, Ж. Нұрмағанбетов, Т. Сейілханов, Ә. Мендібаева ТАБИҒИ АЛКАЛОИДТАРДЫҢ ФРАГМЕНТТЕРІ БАР НИКОТИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ЖАҢА ТИОМОЧЕВИНА ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫ..... | 106 |
| Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек ІРІКТЕМЕЛІ ШАЙМАЛАУ АРҚЫЛЫ КОНКРЕЦИОНДЫ ФОСФОРИТ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АРТТЫРУ..... | 116 |
| А.А. Саденова, А.Р. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, Н.Т. Gomes, М.С. Калмаханова АСҚАБАҚ ТҰҚЫМЫНЫҢ ҚАБЫҒЫНАН АЛЫНҒАН АДСОРБЕНТТЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ӨНДІРІСТІК АҒЫНДЫ СУЛАРДАН НИКЕЛЬ ИОНДАРЫН ЖОЮ..... | 137 |
| А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова МЫС ОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ОРАУ ҮШІН ҚОЛДАНУ..... | 153 |
| К.К. Сырманова, Ж.Б. Қалдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Түлеуов ПОЛИМЕРЛІ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ПОЛИМЕРЛІ-БИТУМДЫ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ..... | 164 |
| Б.Р. Таусарова, С.О. Әбілқасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова МЫРЫШ ОКСИДІНІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЗЫҒЫР МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... | 178 |
| Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева «УРАЛОСИБИРСКАЯ 2» БИДАЙ СОРТЫНЫҢ CO ₂ -СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ..... | 187 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|--|
| Н.А. Алжанпарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов НОВАЯ СТРАТЕГИЯ СИНТЕЗА 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛОВ НА ОСНОВЕ ХАЛКОНОВ.....7 | |
| Ж. Жаксылык, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадуллаев КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АГРЕГАЦИИ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ В ТРУБЧАТОМ РЕАКТОРЕ.....18 | |
| Т.С. Кайменова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Космбаева, Г.Ж. Жакупова ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ ИЗ АСФАЛЬТЕНОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ АДГЕЗИОННОЙ ДОБАВКИ К ДОРОЖНОМУ БИТУМУ.....27 | |
| Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ.....40 | |
| Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О.Абилкасова, С.С. Егеубаева ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ГОРОДА АЛМАТЫ.....54 | |
| А.Б. Куандыкова, Б.Ж. Джиембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Акылбеков, Н.О. Акимбаева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИНКЕРА АЦЦИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ДЛЯ СИНТЕЗА БЕЛИТОВОГО КЛИНКЕРА.....70 | |
| А. Куандыкова, Б. Таймасов, Н. Жаникулов, Е. Потапова СИНТЕЗ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА) И ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА).....83 | |
| Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садыков ПАРЦИАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ НА КАТАЛИЗАТОРАХ, НАНЕСЕННЫХ НА ПРИРОДНЫЕ НОСИТЕЛИ.....94 | |
| О. Нуркенов, С. Фазылов, Ж. Нурмаганбетов, Т. Сейлханов, А. Мендибаева СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ НОВЫХ ТИОМОЧЕВИННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ С ФРАГМЕНТАМИ ПРИРОДНЫХ АЛКАЛОИДОВ.....106 | |
| Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек ПОВЫШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КОНКРЕЦИОННОГО ФОСФОРИТА МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ.....116 | |
| А.А. Саденова, А.П. Сильва, Дж.Л. Диас де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Калмаханова УДАЛЕНИЕ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДСОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СКОРЛУПЫ СЕМЯН ТЫКВЫ.....137 | |
| А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....153 | |
| К.К. Сырманова, Ж.Б. Калдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Тулеуов ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО.....164 | |
| Б.Р. Таусарова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЦИНКА.....178 | |
| Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ CO ₂ -ЭКСТРАКТА СОРТА ПШЕНИЦЫ " УРАЛОСИБИРСКАЯ 2".....187 | |

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| N.A. Alzhapparova, M.K. Ibraev, S.Y. Panshina, A.A. Zhortarova, B.E. Bekturganov NEW STRATEGY FOR THE SYNTHESIS OF 3,5-DIARYLPYRAZOLES BASED ON CHALCONES..... | 7 |
| Zh. Zhaksylyk, L. Musabekova, M.A. Murad, K. Arystanbayev, D. Zhumadullayev COMPUTER MODELING BASED ON THE STOCHASTIC LATTICE CONCEPT FOR AGGREGATION PROCESSES IN A TUBULAR REACTOR..... | 18 |
| T.S. Kainenova, R.O. Orynbassar, G.T. Kosmbayeva, G.Zh. Zhakupova ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING SORBENTS FROM ASPHALT AND USE AS AN ADHESIVE ADDITIVE TO ROAD BITUMEN..... | 27 |
| D.Zh. Kalimanova, A.A. Aleshova, Sh.T. Balabekova, A.K. Mendigalieva, FORMATION OF THE BASICS OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN TEACHING CHEMISTRY..... | 40 |
| L.M. Kalimoldina, G.S. Sultangazieva, S.O. Abilkasova, S.S. Egeubaeva STUDY ON THE LEVEL OF CHEMICAL POLLUTION OF WATER RESOURCES IN ALMATY..... | 54 |
| A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhiembaev, A.B. Dobrynin, N.I. Akylbekov, N.O. Akimbaeva USE OF CLINKER FROM ASHISAI METALLURGICAL PLANT FOR SYNTHESIS OF BELITE CLINKER..... | 70 |
| A. Kuandykova, B. Taimasov, N. Zhanikulov, E. Potapova SYNTHESIS, MOLECULAR AND CRYSTAL STRUCTURES OF TETRAETHYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE) AND TETRAPROPYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE)..... | 83 |
| B.K. Massalimova, A.S. Darmenbayeva, Zh. Mukazhanova, S.A. Tungatarova, V.A. Sadykov PARTIAL OXIDATION OF A PROPANE-BUTANE MIXTURE ON CATALYSTS SUPPORTED ON A NATURAL SUPPORT..... | 94 |
| O. Nurkenov, S. Fazylov, Zh. Nurmaganbetov, T. Seilkhanov, A. Mendibayeva SYNTHESIS AND STRUCTURE OF NEW THIOUREA DERIVATIVES OF NICOTINIC ACID WITH FRAGMENTS OF NATURAL ALKALOIDS..... | 106 |
| Y.B. Raiymbekov, P.A. Abdurazova, S.P. Nazarbekova, U.B. Nazarbek ENHANCING THE CONCENTRATION OF NODULAR PHOSPHORITE BY SELECTIVE LEACHING..... | 116 |
| A.A. Sadenova, A.P. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, H.T. Gomes, M.S. Kalmakhanova REMOVAL OF NICKEL IONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING ADSORBENTS OBTAINED FROM THE SHELLS OF PUMPKIN SEEDS..... | 137 |
| A.I. Samadun, B.R. Taussarova, G.T. Daribayeva, D.E. Nurmukhanbetova SYNTHESIS OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES AND APPLICATION FOR FOOD PACKAGING..... | 153 |
| K.K. Syrmanova, Zh.B. Kaldybekova, A.B. Agabekova, E.T. Botashev, R.M. Tuleuov INFLUENCE OF POLYMER AND FUNCTIONAL ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF POLYMER-BITUMEN BINDER..... | 164 |
| B.R. Taussarova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina, Zh.E. Shaikhova INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF FLAX MATERIALS MODIFIED WITH ZINC OXIDE NANOPARTICLES..... | 178 |
| N.N. Tokbayeva, M.A. Dyusebaeva, G.T. Daribayeva, B.K. Kopzhassarov, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL STUDY OF CO ₂ -EXTRACT VARIETIES OF WHEAT "URALOSIBIRSKAYA-2"..... | 187 |

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)**

Подписано в печать 15.03.2024.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.