

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

2 (451)

APRIL – JUNE 2022

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 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:

ЖУРЫНОВ 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), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, 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-Маджиди Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдар 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/arhiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

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 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

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 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/arhiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

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: 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, 2022

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 2, Number 451 (2022), 32-42

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.100>

ӘОЖ: 661.961.6;66.074.36;661.993637.1

**Т.С. Байжуманова^{1,2*}, М. Жұмабек¹, Н.С. Таласбаева²,
М.К. Еркибаева³, А.О. Айдарова⁴**

¹Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты,
Алматы, Қазақстан;

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

³Павлодар педагогикалық университеті, Павлодар, Қазақстан;

⁴Тараз мемлекеттік педагогикалық университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: t.baizhumanova@ifce.kz

**БИОГАЗДЫ СИНТЕЗ-ГАЗҒА КАТАЛИТИКАЛЫҚ
КОНВЕРСИЯЛАУ**

Аннотация. Қазіргі әлемде экологиялық проблемалар күн өткен сайын өзекті бола түсуде. Адамның өсіп келе жатқан өндірістік қызметіне байланысты атмосфераға, соның ішінде CH_4 және CO_2 көп мөлшерде шығарылады. 18 ғасырдың ортасындағы 280 ppm-ден 2019 жылы 415 ppm-ге дейін болса, өнеркәсіптік революция басталғалы бері CO_2 концентрациясы 45%-дан астам өсті. Биогаз негізінен 50-87% метаннан, 13-50% көмірқышқыл газынан және басқа газдардан тұрады. Биогазды конверсиялау екі маңызды мәселені, парниктік газдарды утилизациялауға және Фишер-Тропш синтезі реакциясын жүргізуге, бензин, авиациялық керосин, этанол және құрамында оттегі бар басқа қосылыстар өндіруге болатын оңтайлы қатынасы 1:1 болатын синтез-газ алу мүмкіндігін шешеді. Жаңа енгізілген катализаторларды, сондай-ақ биогазды каталитикалық конверсиялау процесінде синтез-газ алудың оңтайлы технологиялық жағдайларын әзірлеу мұнай-химия секторына, атап айтқанда газды қайта өңдеуге қосылған үлес болып табылады. Жұмыста биогаз модельдік қоспасының синтез-газға тотықтырғыш конверсия реакциясын жүргізудің оңтайлы шарттары анықталды: $T=700^\circ\text{C}$, $W=6000\text{ч}^{-1}$, реакция қоспасындағы газдардың қаты-

насы $\text{CH}_4:\text{CO}_2$: Ar=1:1:1 монометалдық Ni, Co және биметалдық Ni-Co катализаторларын зерттеу арқылы шикізат пен энергияны ұтымды тұтыну кезінде өнімнің максималды шығымдылығын алу үшін әртүрлі арақатынаста болып келеді.

Түйін сөздер: биогаз, синтез-газ, монометалдық Ni, Co және биметалдық Ni-Co катализаторлар.

**Т.С. Байжуманова^{1,2*}, М. Жұмабек¹, Н.С. Таласбаева²,
М.К. Еркибаева³, А.О. Айдарова⁴**

¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского,
Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Алматы, Казахстан;

³Павлодарский педагогический университет, Павлодар, Казахстан;

⁴Таразский государственный педагогический университет,
Тараз, Казахстан.

E-mail: t.baizhumanova@ifce.kz

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ БИОГАЗА В СИНТЕЗ-ГАЗ

Аннотация. В современном мире экологические проблемы становятся все более актуальными. В связи с растущей производственной деятельностью человека в атмосферу выбрасывается, в том числе, большое количество CH_4 и CO_2 . С начала промышленной революции концентрация CO_2 увеличилась более чем на 45%, с 280 ppm в середине 18 века до 415 ppm в 2019 году. Биогаз в основном состоит из 50-87% метана, 13-50% углекислого газа и других газов. Конверсия биогаза решает два важных вопроса, утилизация парниковых газов и возможность получения синтез-газа с оптимальным соотношением 1:1, при котором возможно проведение реакции синтеза Фишера-Тропша, производства бензина, авиационного керосина, этанола и других кислородсодержащих соединений. Разработка новых нанесенных катализаторов, а также оптимальных технологических условий получения синтез-газа в процессе каталитической конверсии биогаза является вкладом в нефтехимический сектор, а именно в газовую переработку. В работе определены оптимальные условия проведения реакции окислительной конверсии модельной смеси биогаза в синтез-газ: $T=700^\circ\text{C}$, $W=6000\text{ч}^{-1}$, соотношение газов в реакционной смеси $\text{CH}_4:\text{CO}_2:\text{Ar}=1:1:1$ с исследованием монометаллических Ni, Co и биметаллических Ni-Co катализаторов с различным соотношением для получения максимального выхода продуктов при рациональном потреблении сырья и энергии.

Ключевые слова: биогаз, синтез-газ, монометаллические Ni, Co и биметаллические Ni-Co катализаторы.

**T.S. Baizhumanova^{1,2*}, M. Zhumabek¹, N.S. Talasbayeva²,
M.K. Erkibaeva³, A.O. Aidarova⁴**

¹JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”,
Almaty, Kazakhstan;

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

³Pavlodar State Pedagogical University, Pavlodar, Kazakhstan;

⁴Dulati Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan.

E-mail: t.baizhumanova@ifce.kz

CATALYTIC CONVERSION OF BIOGAS TO SYNTHESIS GAS

Abstract. In the modern world, environmental problems are becoming more and more urgent. Due to the growing human production activity, a large amount of CH₄ and CO₂ is emitted into the atmosphere, among other things. Since the beginning of the industrial revolution, CO₂ concentrations have increased by more than 45%, from 280 ppm in the mid-18th century to 415 ppm in 2019. Biogas mainly consists of 50-87% methane, 13-50% carbon dioxide and other gases. The conversion of biogas solves two important issues, the utilization of greenhouse gases and the possibility of obtaining synthesis gas with an optimal ratio of 1:1, at which it is possible to conduct a Fischer-Tropsch synthesis reaction, the production of gasoline, aviation kerosene, ethanol and other oxygen-containing compounds. The development of new applied catalysts, as well as optimal technological conditions for synthesis gas production in the process of catalytic conversion of biogas, is a contribution to the petrochemical sector, namely gas processing. The optimal conditions for the oxidative conversion reaction of a model mixture of biogas into synthesis gas were determined: T=700°C, W=6000h⁻¹, the ratio of gases in the reaction mixture CH₄:CO₂:Ar = 1:1:1 with the study of monometallic Ni, Co and bimetallic Ni-Co catalysts with different ratios to obtain maximum yield of products with rational consumption of raw materials and energy.

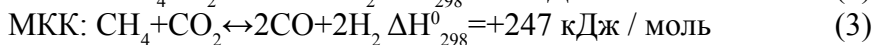
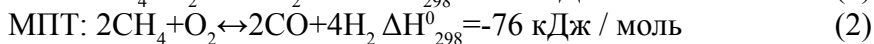
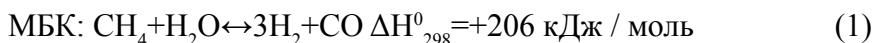
Key words: biogas, synthesis gas, monometallic Ni, Co and bimetallic Ni-Co catalysts

Кіріспе. Газ тәрізді көмірсутектердің және олардың құрамында газ қоспаларының, ең алдымен табиғи газдың және оның негізгі компоненті - метанның мол қоры оларды адамзаттың энергия мен көмірсутек шикізатына

деген қажеттіліктерін қамтамасыз ете алатын перспективалы ресурс етеді. Табиғи газдың қол жетімді және салыстырмалы түрде арзан ресурстарын химиялық шикізат ретінде пайдалануға қызығушылықтың артуына байланысты, газ химиясы қазіргі заманғы отын-энергетика кешенінің серпінді дамып келе жатқан салаларының біріне айналуға мүмкіндік береді. Таяу жылдары оның дамуы айтарлықтай дәрежеде әлемдік энергетика мен химия өнеркәсібі дамуының, атап айтқанда жалпы үрдістерін және құрылымын айқындайтын болады. Бұл, әсіресе, газ конденсаты мен табиғи газдың айтарлықтай қоры бар Қазақстан үшін өзекті. Өндірілетін көмірсутек шикізатының негізгі бөлігі ТМД елдеріне және алыс шетелге алдын ала өңдеусіз экспортталады немесе тұрмыстық газ ретінде пайдаланылады. Газ өңдеу зауыттары (Жаңаөзен, Қарашығанақ) қазіргі уақытта олар негізінен суды, көмірқышқыл газы мен күкіртсутек қоспаларын тұрмыстық қажеттіліктерге пайдалануға арналған C_1-C_4 алкандарын қолдану үшін, оларды тазартумен айналысады. Бұл жағдай жеңіл көмірсутектерді бағытталған өңдеудің жаңа каталитикалық технологияларының жеткіліксіздігімен немесе болмауымен байланысты. Қазіргі газ химиясының маңызды мәселелерінің бірі - көмірсутектерді синтез-газға түрлендіру құнының жоғары болуы және бұл олардың соңғы химиялық өнімдер мен сұйық отынға айналуының негізгі аралық өнімі болып табылады. Синтез-газ алудың неғұрлым тиімді және үнемді (табиғи газдың бу және автотермиялық риформингімен салыстырғанда) технологияларын іздестіру энергетика мен газ химиясындағы басты ғылыми-техникалық бағыттардың біріне айналуға мүмкіндік береді. Бұл сонымен қатар экологиялық таза көлік пен сутегі энергиясы үшін арзан және қол жетімді сутегін алуға мүмкіндік береді.

Табиғи және тақтатаас газының едәуір қорына қарамастан, химия өнеркәсібінде шикізат ретінде метанды қолдана отырып, химиялық заттардың тікелей синтезі әлі де үлкен проблема болып табылады. Метанның негізгі мақсаты - жану арқылы электр энергиясын өндіру. Табиғи газ кен орындары әдетте тұтынушыдан алыс орналасады, ал газ тасымалдау үшін құбырларды пайдалану қымбатқа түседі. Демек, метанды оңай тасымалданатын сұйық отынға немесе жоғары қосылған құны бар, химиялық заттарға айналдыру да, оны экономикалық құндылығы жоғары пайдалану әдісі болып табылады. Метанның конверсиясы екі түрге бөлінеді: тікелей және жанама түрлендіру (Holmen, 2009: 2; Ross, 1996: 193). Тікелей конверсия негізінен метанолмен және формальдегидпен (Raja, 1997, 7; Herman, 1997, 1) метанның тікелей тотығуын қамтиды, метанның тотығуының этилен мен этанмен (Schweer, 1994, 357; Pak, 1998, 222) үйлесуі және ароматтандыруы, ароматты көмірсутектерді (Guo, 2014, 616; Xu, 1999, 53; Weckhuysen, 1998, 338; Wang, 1997, 347) алу. Метанның жанама түрленуі алдымен метанды

синтез-газға (Tungatarova, 2018, 6; Talasbayeva, 2019, 6; Baizhumanova, 2020) айналдырады, содан кейін Фишер-Тропш синтез (Zhang, 2007, 300; Budiman, 2012, 183; Kang, 2017, 11270) реакциясы арқылы әртүрлі химиялық өнімдер немесе сұйық отын алады. Метанның каталитикалық конверсиясы арқылы синтез газын алудың үш негізгі әдісі бар: метанның бу конверсиясы (МБК), метанның парциалды тотығыуы (МПТ) және метанның көмір қышқылды конверсиясы (МКК).



Соңғы 30 жыл ішінде биогаздардың синтез-газ реакциясын зерттеу негізінен катализаторлар мен реакторлардың дамуы мен дизайнымен, кокс түзілуін төмендетумен, реакция механизмі мен кинетикасын анықтаумен және т. б. байланысты белгілі бір прогреске қол жеткізді. Биогазды синтез газға айналдыру үлкен экологиялық және экономикалық артықшылықтарға ие, бірақ технологиялық мәселелерді шешуді қажет ететіндіктен әлі өнеркәсіптік ауқымда қолданылмайды. Сонымен, биогаздың синтез газына айналуы негізінен өте жоғары температурада жүреді, оның барысында көміртегі оңай түзіледі. Белсенді металл бөлшектерінің миграциясы мен агломерациясы катализатордың тез дезактивациялауына әкеледі. Биогаздың синтездік газға айналу процесі бойынша көптеген зерттеулер негізінен катализаторды жылдам дезактивациялау мәселесін шешуге бағытталған. Сондықтан жоғары конверсиялық катализаторды жасау, ұзақ қызмет ету және агломерация мен көміртекті тұндырудың алдын алу маңызды мәселе болып табылады, ол әлі күнге дейін шешілген жоқ. Зерттеулер көрсеткендей, асыл металдар жоғары конверсия жылдамдығына және биогаз реакцияларындағы құрылымдық артықшылықтарға ие, сондықтан олар реакция катализаторының белсенді компоненттері ретінде өте қолайлы. Алайда, асыл металдардан жасалған материалдар, ресурстардың жетіспеушілігі және пайдаланудың жоғары экономикалық шығындары ауқымды даму мен қолдануды шектейді. Негізгі металл катализаторлары, әсіресе Ni және Co негізіндегі катализаторлар асыл металдардың белсенділігіне ұқсас каталитикалық белсенділікке ие және олардың айтарлықтай қорлары, төмен экономикалық шығындары және пайдалану мүмкіндігі бар. Сондықтан олар катализаторлардағы асыл металдарды алмастыра алатын химиялық элементтер болып саналады. Биогаздың синтез газына реакциясын зерттеу әдетте катализаторды, тасымалдаушыны және көмекші агентті синтездеу әдісіне бағытталған. Сонымен қатар, металл тасымалдағыштың өзара

әрекеттесуі және металл бөлшектерінің дисперсиялық күйі конверсия жылдамдығы мен реакция уақытына да әсер етеді.

Зерттеу нысаны мен әдістері. Катализаторлар ылғал сыйымдылығы бойынша ауаны сіңірудің дәстүрлі әдісімен дайындалды. Алдымен алюминий оксиді 110°C температурада кептірілді. Содан кейін тасымалдағыштың ылғалдылығы анықталды. Ni және Co титрленген ерітінділері 0,15г/мл $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ және $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ нитрат тұздарының концентрациясымен дайындалды. Содан кейін белгілі бір мөлшерде дистилденген су қосылады, бүкіл қоспасы жақсылап араластырылады және кептірілген тасымалдаушы ерітіндіге құйылады. Алынған катализатор ауада араластырылып, 1 сағат ішінде 250°C температурада кептірілді, содан кейін 2 сағат ішінде 500°C температурада қыздырылды. Нәтижесінде келесі катализаторлар дайындалды: 10%Ni/ θ - Al_2O_3 , 9%Ni-1%Co/ θ - Al_2O_3 , 7%Ni-3%Co/ θ - Al_2O_3 , 5%Ni-5%Co/ θ - Al_2O_3 , 3%Ni-7%Co/ θ - Al_2O_3 , 1%Ni-9%Co/ θ - Al_2O_3 , 10% Co/ θ - Al_2O_3 .

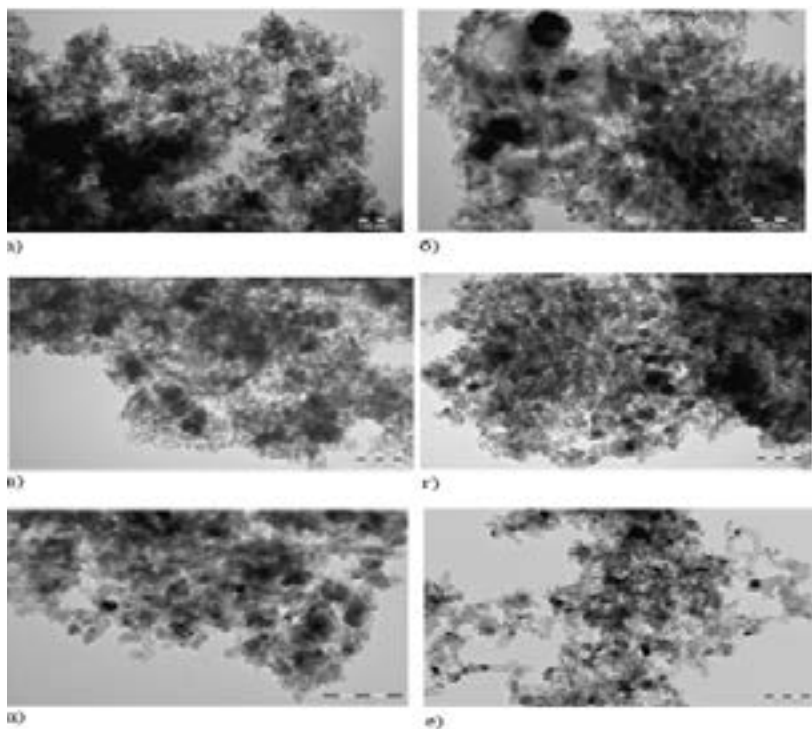
Бастапқы қоспаны және реакция өнімдерін талдау «Chromos GC-1000» (Ресей) хроматографының көмегімен жүргізілді, ол саптама және капиллярлық колонкалармен жабдықталған. H_2 , O_2 , N_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , $\text{C}_3\text{-C}_4$ көмірсутектер, CO және CO_2 талдау үшін оралған баған қолданылады.

Катализатордың бетіне қолданылатын наноқұрылымды көміртектің морфологиясы JEM-1400 Plus (Japan) электронды микроскопымен талданды. ПЭМ суреттері 120 кВ үдеткіш кернеуде жазылды. Талдау алдында катализатор үлгілерін ультрадыбыстық диспергирлеу бөлме температурасында этанолда жүргізілді. Құрамында суспензиясы бар катализатор үлгісінің бірнеше тамшысы көміртегі қапталған мыс торға орналастырылды. Содан кейін мыс тор әр үлгіні визуализациялау үшін қолданылды. Физика-химиялық зерттеулер Або Академи Университетінің (Турку к., Финляндия) өнеркәсіптік химия зертханасында жүргізілді.

Катализаторлар атмосфералық қысым кезінде диаметрі 10 мм және ұзындығы 40 см болатын тұрақты қабаты бар кварц реакторында сыналды. Катализатор (2 мл) кварц түйіршіктері арасында құбырлы реакторға орналастырылды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. 5%Ni-5%Co/ θ - Al_2O_3 және 7% Ni-3%Co/ θ - Al_2O_3 пайдаланылған катализаторлардың ПЭМ кескіндері диаметрі 10-дан 30 нм-ге дейін көміртекті нанотүтікшелердің пайда болуын көрсетеді (1-сурет). Сонымен қатар, әртүрлі элементтердің біркелкі бөлінбеуін байқауға болады. Әдетте, катализатордың белсенділігін жоюдың себептерінің бірі катализатор кеуектерінде көміртектің тұнбасы болуы мүмкін (Kim, 2000, 191; Xu, 2001, 45). Никель-кобальт катализаторлары θ - Al_2O_3 -ке отырғызылғандықтан үлкен түтіктері болады (16-18 нм), бұл

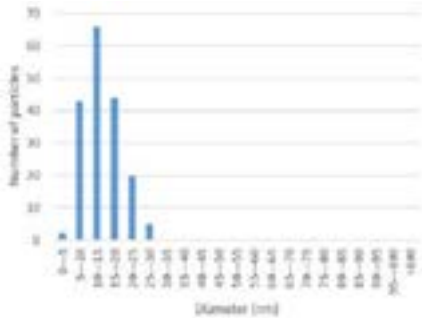
олардың тұрақтылығына ықпал етеді. ПЭМ суреттерінен металл оксидінің бөлшектері жаңа және пайдаланылған катализаторлар арасында үлкен айырмашылықсыз, 10-25 нм аралығында болғанын көруге болады. Метан риформингінің қазіргі жағдайында көміртекті нанотүтікшелердің түзілуі жұмыста алынған мәліметтерге (Sarsenova, 2020, 96) сәйкес келеді, онда графитті көміртекті жіп тәрізді кристалдар никель катализаторында 700-850°C температурада құрғақ метан жағдайында түзілуі мүмкін деп хабарланған. Жұмыста (Sarsenova, 2020, 96) сондай-ақ, графит көміртегі вискерлерінің диаметрі металл кристалдарымен бірдей екендігі айтылды. Сонымен қатар, әсіресе метан крекингі Ni/ γ -Al₂O₃ (Zhang, 2020, 925) үстінде кокстың пайда болу себептерінің бірі болып табылады. Биметалды 5%Ni-10%Co/ γ -Al₂O₃ кокстеу метанның құрғақ риформингі кезінде 700°C кезінде де байқалды (Kassymkan, 2020, 1057).



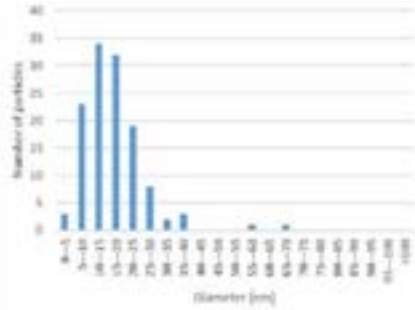
Сурет 1 - ПЭМ-суреті а) реакцияға дейін б) реакциядан кейін 10%Co/ θ -Al₂O₃, в) реакцияға дейін және г) реакциядан кейін 1%Ni-9%Co/ θ -Al₂O₃, д) реакцияға дейін және е) реакциядан кейін 5%Ni-5%Co/ θ -Al₂O₃

ПЭМ- реакцияға дейін және реакциядан кейін моно - және биметалдық катализаторлардың суреттері (1-сурет) және металл (оксидті) бөлшектердің тиісті орташа өлшемдері (10-25 нм) 2-суретте көрсетілген. Монометалдық

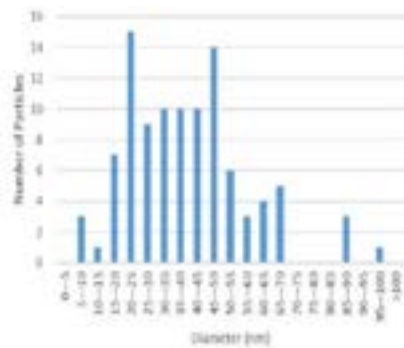
10%Ni/ θ -Al₂O₃ үшін реакция кезінде металл бөлшектерінің мөлшері азайды (10-25 нм-ден 5-20 нм-ге дейін). ПЭМ кескіндерінен (2-сурет) анықталған бөлшектердің мөлшерінің таралуынан көп жағдайда металл оксидінің бөлшектері пайдаланылған катализаторларда аз болғандығы байқалады.



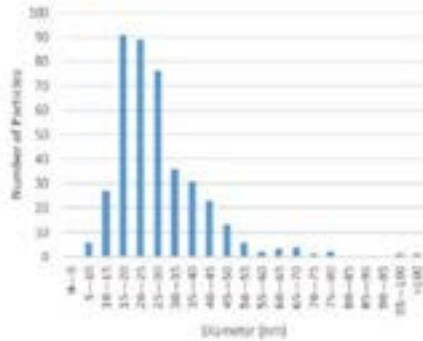
а)



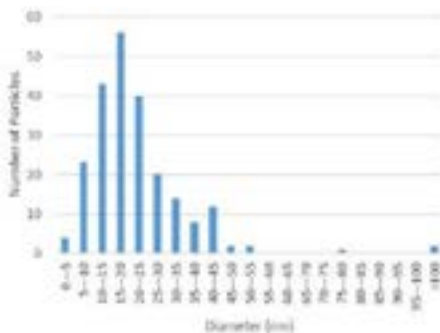
б)



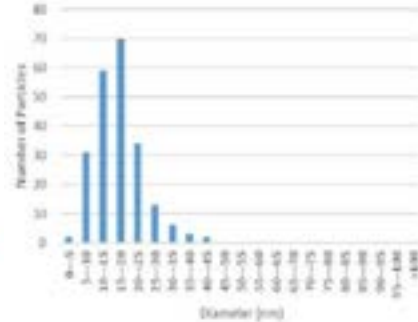
в)



г)

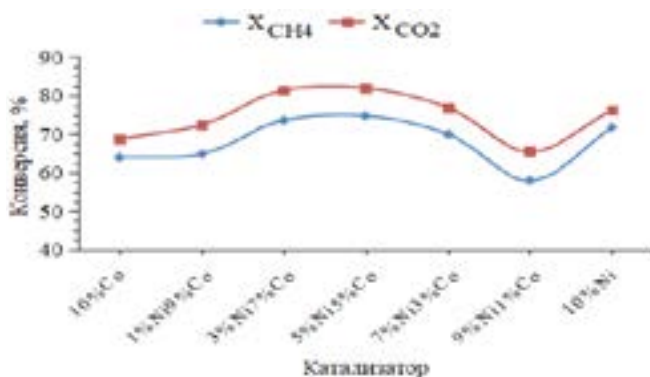


д)



е)

Сурет 2 - ПЭМ нәтижелері негізінде есептелген бөлшектердің мөлшері бойынша таралуы: а) 10%Co/ θ -Al₂O₃ (реакцияға дейін), б) 10%Co/ θ -Al₂O₃ (реакциядан кейін), в) 1%Ni-9%Co/ θ -Al₂O₃ (реакцияға дейін), және г) 1%Ni-9%Co/ θ -Al₂O₃ (реакциядан кейін), д) 5%Ni-5%Co/ θ -Al₂O₃ (реакцияға дейін) е) 5%Ni-5%Co/ θ -Al₂O₃ (реакциядан кейін)



Сурет 3 - 700°C, $\text{CH}_4:\text{CO}_2:\text{Ar}=1:1:1$ және 6000 сағ^{-1} газдарының көлемдік жылдамдығындағы Ni, Co және Ni-Co катализаторлары сериясындағы метан мен көмірқышқыл газының конверсиясын салыстыру

700°C кезінде CH_4 және CO_2 риформингі үшін $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ үлгілеріне қондырылған монометалл Ni, Co және биметалл Ni-Co жеке металдарының сипаттамалары зерттелді. Метанның конверсиясы 2 сағаттан кейін 5%Ni-5%Co/ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ және 3%Ni-7%Ni/ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ үшін максималды болды. Метанның конверсиясы негізінде есептелген зарарсыздандыру дәрежесі 5%Ni-5%Co/ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ үшін ең жоғары, ал 10%Co/ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ үшін ең төмен болды. 10%Co/ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ көміртегі мөлшері 10%Ni/ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ -тен әлдеқайда төмен болғанына қарамастан, метанның ең үлкен конверсиясы монометалдық катализаторларда алынды.

Осылайша, биогаз модельдік қоспасының синтез-газға тотығу реакциясының оңтайлы шарттары анықталды: $T=700$, $W=6000 \text{ сағ}^{-1}$, шикізат пен энергияны ұтымды тұтыну кезінде өнімнің максималды шығымдылығын алу үшін, реакция қоспасындағы газдардың қатынасы $\text{CH}_4:\text{CO}_2:\text{Ar}=1:1:1$ және белсенді элементтердің қатынасы Ni:Co=1:1 болды.

Қорытынды. Осылайша, ылғал сыйымдылығы бойынша сіңдіру әдісімен дайындалған биогаздың синтез-газға тотығу реакциясында қолданылатын монометалл Ni, Co және биметалл Ni-Co катализаторларының белсенділігін зерттеу нәтижесінде Ni катализаторлар сериясында Ni-дің Co-ға қатынасы 1:1 болатындығы анықталды, яғни, 5%Ni-5%Co/ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ ең жақсы өнімділікке ие. Катализаторды ұзақ уақыт қолданудың арқасында каталитикалық белсенділік төмендейтіні белгілі. Күйген көміртекті катализатордың белсенділігін қалпына келтіру үшін гидрогенизация арқылы алып тастауға болады, бірақ кейбір катализаторлар мұндай өңдеуден кейін тиімді болмауы мүмкін. Катализатордың белсенділігі әдетте алғашқы бірнеше сағатта күрт өзгереді, содан кейін салыстырмалы түрде тұрақты болады.

Алғыс. Жұмысты Қазақстан Республикасы Білім және ғылым Министрлігі қолдады (AP08052090).

Information about authors:

Tolkyn Saparbekovna Baizhumanova – Leading Researcher, Candidate of Chemical Sciences, Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”; baizhuma@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9851-2642>;

Manapkhan Zhumabek – research associate, Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”; manapkhan_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-20260577>;

Nazgul Talasbayeva – research associate, PhD student, Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”; naztalasbaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1994-8267>;

Meruert Kuandykovna Erkibaeva – associate professor of the Department of Geography and Chemistry of Pavlodar State Pedagogical University; erkibaevameruert@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6586-2125>;

Aitkul Aidarova – Lecturer of the department of chemistry geography of M.H. Dulati Taraz Regional University; aitkul1128@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7163-900X>.

ӘДЕБИЕТТЕР

Baizhumanova T.S., Zhang X., Tungatarova S.A., Murzin D.Yu., Zhumabek M. (2020). Method preparation of catalyst for production of synthesis gas, Utility model patent, №5701, 5, 25.12.2020.

Budiman A.W., Song S.H., Chang T.S., Shin C.H., Choi M.J. (2012). Dry reforming of methane over cobalt catalysts: a literature review of catalyst development, *Catalysis Surveys from Asia*, 16:183-197. DOI:10.1007/s10563-012-9143-2 (in Eng.).

Guo X., Fang G., Li G., Ma H., Fan H., Yu L., Bao X. (2014). Direct, nonoxidative conversion of methane to ethylene, aromatics, and hydrogen // *Science*. –Vol. 344(6184). – P. 616-619. DOI: 10.1126/science.1253150 (in Eng.).

Herman R.G., Sun Q., Shi C., Klier K., Wang C.–B., Hu H., Wachs L.E., Bhasin M. M. (1997). Development of active oxide catalysts for the direct oxidation of methane to formaldehyde, *Catalysis Today*, 37:1-14. [https://doi.org/10.1016/S0920-5861\(96\)00256-8](https://doi.org/10.1016/S0920-5861(96)00256-8)(in Eng.).

Holmen A. (2009). Direct conversion of methane to fuels and chemicals, *Catalysis Today*, 142:2-8. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2009.01.004> (in Eng.).

Kang D., Lim H.S., Lee J.W. (2017). Enhanced catalytic activity of methane dry reforming by the confinement of Ni nanoparticles into mesoporous silica, *International journal of Hydrogen energy*, 42:11270-11282. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.02.042> (in Eng.).

Kassymkan K., Zhang X., Sarsenova R.O., Zheksenbaeva Z.T., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S. (2020) Catalytic processing of natural gas into olefins, *Chemical Engineering Transactions*, 81:1057-1062. <https://doi.org/10.3303/CET2081177> (in Eng.).

Kim J.H., Suh D.J., Park T.J., Kim K.L. (2000) Effect of metal particle size on coking during CO₂ reforming of CH₄ over Ni–alumina aerogel catalysts, *Applied Catalysis A: General*, 197:191-200. [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(99\)00487-1](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(99)00487-1) (in Eng.).

Pak S., Qiu P., Lunsford J.H. (1998). Elementary reactions in the oxidative coupling of methane over Mn/Na₂WO₄/SiO₂ and Mn/Na₂WO₄/MgO catalysts, *Journal of Catalysis*, 179:222-230. <https://doi.org/10.1006/jcat.1998.2228> (in Eng.).

Raja R., Ratnasamy P. (1997). Direct conversion of methane to methanol, *Applied Catalysis A: General*, 158:L7-L15. [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(97\)00105-1](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(97)00105-1) (in Eng.).

Ross J.R.H., van Keulen A.N.J., Hegarty M.E.S., Seshan K. (1996). The catalytic conversion of natural gas to useful products, *Catalysis Today*, 30:193-199. [https://doi.org/10.1016/0920-5861\(96\)00035-1](https://doi.org/10.1016/0920-5861(96)00035-1) (in Eng.).

Sarsenova R.O., Ilyassova O., Zhang X., Abdishaki K., Kassymbekova D.A., Zhangozhina E.N., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S. (2020). Selective catalytic oxidation and steam oxygen conversion of methane into synthesis gas, *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology*, 3:96-103. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.49> (in Eng.).

Schweer D., Meezko L., Baerns M. (1994). OCM in a fixed-bed reactor: limits and perspectives, *Catalysis Today*, 21:357-369. [https://doi.org/10.1016/0920-5861\(94\)80157-6](https://doi.org/10.1016/0920-5861(94)80157-6) (in Eng.).

Talabayeva N., Kazhdembek B., Zhang X., Kaumenova G.N., Xanthopoulou G., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S. (2019). Catalytic conversion of methane into syngas and ethylene, *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series Chemistry and Technology*, 3:6-12. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1491.22> (in Eng.).

Tungatarova S.A., Xanthopoulou G., Kaumenova G.N., Zhumabek M., Baizhumanova T.S., Grigorieva V.P., Komashko L.V., Begimova G.U. (2018). Development of composite materials by combustion synthesis method for catalytic reforming of methane to synthesis gas, *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology*, 6:6-15. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1491.20> (in Eng.).

Wang D., Lunsford J.H., Rosynek M.P. (1997). Characterization of a Mo/ZSM-5 catalyst for the conversion of methane to benzene, *Journal of Catalysis*, 169:347-358. <https://doi.org/10.1006/jcat.1997.1712> (in Eng.).

Weckhuysen B.M., Wang D., Rosynek M.P., Lunsford J.H. (1998) Conversion of methane to benzene over transition metal ion ZSM-5 zeolites, *Journal of Catalysis*, 175:338-346. <https://doi.org/10.1006/jcat.1998.2010> (in Eng.).

Xu Y., Lin L. (1999). Recent advances in methane dehydro-aromatization over transition metal ion-modified zeolite catalysts under non-oxidative conditions, *Applied Catalysis A: General*, 188:53-67. [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(99\)00210-0](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(99)00210-0) (in Eng.).

Xu Z., Li Y., Zhang J., Chang L., Zhou R., Duan Z. (2001). Bound-state Ni species - a superior form in Ni-based catalyst for CH₄/CO₂ reforming, *Applied Catalysis A: General*, 210:45-53. [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(00\)00798-5](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(00)00798-5) (in Eng.).

Zhang J., Wang H., Dalal A. (2007) Development of stable bimetallic catalysts for carbon dioxide reforming of methane, *Journal of Catalysis*, 249:300-310. <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2007.05.004> (in Eng.).

Zhang X., Zheksenbaeva Z.T., Sarsenova R.O., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S., Zhevniatskiy S.I. (2020). Oxide Ni-Cu catalysts for the purification of exhaust gases, *Chemical Engineering Transactions*, 81:925-930. <https://doi.org/10.3303/CET2081155> (in Eng.).

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ



ПАМЯТИ ЛЕПЕСОВА КАМБАРА КАЗЫМОВИЧА

Безвременно ушел из жизни известный ученый-электрохимик, кандидат химических наук, профессор Лепесов Камбар Казымович. Большая часть его научной деятельности прошла в стенах Института органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского.

Камбар Казымович родился в 1947 г. в Актюбинской области. В 1971 г., после окончания инженерно-физико-химического факультета Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева, поступил в аспирантуру Института органического катализа и электрохимии АН КазССР по специальности «теоретическая электрохимия». В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Исследование кинетики и механизма ионизации висмута, меди и индия на вращающемся дисковом электроде с кольцом». С 1974 по 1987 г.г. работал в ИОКЭ АН КазССР в должности младшего, затем старшего научного сотрудника. С 1987 по 2007 г.г. – заведующий лабораторией защиты металлов от коррозии ИОКЭ им. Д.В. Сокольского (в 2001 г. переименована в лабораторию прикладной электрохимии и коррозии).

Результаты исследований К.К. Лепесова в области электрохимии металлов, полученные методом дискового электрода с кольцом, классической и

нестационарной вольтамперметрии, позволили выявить основные закономерности образования промежуточных продуктов – ионов металлов низшей валентности в процессах разряда-ионизации поливалентных металлов и установить протекание стадийных электродных реакций с участием ионов металлов промежуточной и необычной валентности в химических реакциях диспропорционирования и репропорционирования, комплексообразования в зависимости от природы металла и анионов раствора, активности воды в электролите.

Им впервые было показано и обосновано применение метода дискового электрода с кольцом для исследования комплексообразования ионов металлов промежуточной и высшей валентности в растворах.

К.К. Лепесов являлся высококвалифицированным специалистом в области исследования кинетики и механизма электрохимических и коррозионных процессов металлов и разработки методов защиты от коррозии. Он был ответственным исполнителем программы «Разработать композиционные ферритные антикоррозионные материалы на основе продукции и вторичных ресурсов предприятий Казахстана» 2003-2005 г.г., инновационной программы «Организация опытного производства импорт-замещающих средств электрохимической защиты стальных конструкций от коррозии» 2003-2005 г.г., ряда хоздоговорных работ по коррозии.

По результатам исследований разработаны антикоррозионные составы лакокрасочных материалов с различными добавками, повышающие коррозионную стойкость покрытий в водно-солевых и кислых средах, которые нашли применение при защите водоводов в различных регионах.

Лепесов К.К. – автор более 300 научных публикаций, 1 монографии и 28 патентов на изобретения. Среди его учеников 8 кандидатов наук и 1 PhD.

Прирожденный талант исследователя в сочетании с неисчерпаемой творческой энергией и глубокой эрудицией определили его большой вклад в развитие химической науки.

Он всегда останется для нас талантливым ученым, мудрым учителем и хорошим другом.

Коллектив АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» выражает глубокое соболезнование родным и близким.

СОДЕРЖАНИЕ

Г.С. Айдарханова, К.С. Избастина, Ж.М. Кожина, Д.Т. Садырбеков ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В ХВОЕ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «БУРАБАЙ» И г. НУР-СУЛТАН.....	6
Б.А, Аскапова, Ш. Барани, Б.М. Жакып, К.Б, Мусабеков УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОСУСПЕНЗИИ КОМПОЗИТОВ МАГНИТНЫХ ГЛИН В ПРИСУТСТВИИ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ.....	22
Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек, Н.С. Таласбаева, М.К. Еркибаева, А.О. Айдарова КАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ БИОГАЗА В СИНТЕЗ-ГАЗ.....	32
Г.Т. Балыкбаева, Г.У. Ильясова, К.Х. Дармаганбет, Г.М. Абызбекова, Ш.О. Еспенбетова СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН.....	43
Р.Р. Бейсенова, Р.М. Тазитдинова, А.О. Жупышева, Р. Курбаналиев, А.Н. Оркеева ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СЕЛЬСКИХ МЕСТНОСТЕЙ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	53
Н.И. Бердикул, К. Акмалайулы, И.И. Пундиене ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БЕТОНА К СУЛЬФАТНОЙ КОРРОЗИИ.....	63
А.Б. Диханбаев, Б.И. Диханбаев, С.Б. Ыбрай, Ж.Т. Бекишева РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТВАЛОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ПОЛНОЙ ДЕКАРБОНИЗАЦИЕЙ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ.....	74
А.А. Досмаканбетова, З.А. Ибрагимова, Ж.К. Шуханова, С.М. Конысбеков, Д.К. Жумадуллаев РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ДВУОКСИ КРЕМНИЯ.....	93
А.М. Кожяхметова, К.Т. Жантасов, О. Б. Дормешкин, Б.К. Асилбекова, Г.Т. Жаманбалаева ПОЛУЧЕНИЕ ТУКОСМЕСИ НА ОСНОВЕ ДОЛОМОТИЗИРОВАННОГО КРЕМНИСТО - ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ТЭЦ.....	103

З.М. Мулдахметов, С.Д. Фазылов, А.М. Газалиев, О.А. Нуркенов, О.Т. Сейлханов СИНТЕЗ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВКЛЮЧЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦИТИЗИН:β-ЦИКЛОДЕКСТРИН.....	112
Б.М. Насибуллин, Р.Б. Ахметкалиев, Р.О. Орынбасар, Н.Б. Жаксылык ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЭМУЛЬСАЦИИ ОБВОДНЕННОЙ НЕФТИ.....	121
П.В. Панченко, Д.С. Пузикова, Г.М. Хусурова, К.А. Леонтьева ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА ТИТАНА.....	130
Н.Ж. Тотенова, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков, Г.К. Матниязова СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ТЕКСТУРНЫХ, МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОПОДОБНЫХ ФЕРРИТОВ ДЛЯ ПАРОВОГО РИФОРМИНГА ЭТАНОЛА.....	148
К.А. Уразов, А.К. Рахимова, С. Айт ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК CZTS НА СЛОЙ ПРОВОДЯЩЕГО ПОЛИМЕРА.....	159
А.У.Шингисов, Р.С. Алибеков, С.У. Еркебаева, Э.У. Майлыбаева, М.С. Кадеева ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИФЕНОЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ ЯБЛОК КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....	169
М.А. Якияева, А.Г. Сагынова, М.Е. Ержанова РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОГО КРУПЯНОГО ПРОДУКТА (ТАЛКАН) ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....	180

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ

ЛЕПЕСОВА КАМБАР КАЗЫМОВИЧ.....	193
---------------------------------------	-----

МАЗМҰНЫ

Г.С. Айдарханова, К.С. Избастина, Ж.М. Кожина, Д.Т. Садырбеков «БУРАБАЙ» МҰТП ЖӘНЕ НҰР-СҰЛТАН ҚАЛАСЫ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ PINUS SYLVESTRIS L. ҚЫЛҚАНДАРЫ ЭФИР МАЙЫ ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІ.....	6
Б.А. Аскапова, Ш. Барани, Б.М. Жакып, К.Б. Мусабеков СУДА ЕРИТІН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ҚАТЫСУЫМЕН МАГНИТТІК САЗ КОМПОЗИТТЕРІНІҢ ГИДРОСУСПЕНЗИЯСЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ.....	22
Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек, Н.С. Таласбаева, М.К. Еркибаева, А.О. Айдарова БИОГАЗДЫ СИНТЕЗ-ГАЗҒА КАТАЛИТИКАЛЫҚ КОНВЕРСИЯЛАУ.....	32
Г.Т. Балықбаева, Г.У. Ильясова, К.Х. Дармаганбет, Г.М. Абызбекова, Ш.О. Еспенбетова СУДЫ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫНАН СОРБЦИЯЛЫҚ ТАЗАЛАУДА БЕНТОНИТ САЗЫН ПАЙДАЛАНУ.....	43
Р.Р. Бейсенова, Р.М. Тазитдинова, А.О. Жұпышева, Р. Курбаналиев, А.Н. Оркеева ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛДЫҚ АУЫЗ СУ КӨЗДЕРІНІҢ САПАСЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	53
Н.И. Бердікүл, К. Ақмалайұлы, И.И. Пундиене БЕТОННЫҢ СУЛЬФАТТЫ КОРРОЗИЯҒА ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	63
А.Б. Диханбаев, Б.И. Диханбаев, С.Б. Ыбрай, Ж.Т. Бекишева ШЫҒАТЫН ГАЗДАРДЫ ТОЛЫҚ ДЕКАРБОНИЗАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ КҮЛ ҮЙІНДІЛЕРІН ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ҚАЛДЫҚСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	74
А.А. Досмақанбетова, З.А. Ибрагимова, Ж.К. Шуханова, С.М. Конысбеков, Д.К. Жумадуллаев КРЕМНИЙ ДИОКСИДІНІҢ ҰСАҚДИСПЕРСТІ ҰНТАҒЫН АЛУ ӨДІСІН ӨЗІРЛЕУ.....	93
А.М. Қожахметова, Қ.Т. Жантасов, О.Б.Дормешкин, Б.К. Әсілбекова, Г.Т. Жаманбалаева ЖЭО ҚАЛДЫҚТАРЫ МЕН ДОЛОМИТТЕЛГЕН ФОСФАТТЫ-КРЕМНИЙЛІ ШИКІЗАТ НЕГІЗІНДЕ ТУОҚОСПА АЛУ.....	103

З.М. Молдахметов, С.Д. Фазылов, А.М. Ғазалиев, О.А. Нүркенов, О.Т. Сейлханов ЦИТИЗИН-β-ЦИКЛОДЕКСТРИН КЕШЕНІНІҢ ЖАҢА ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ.....	112
Б.М. Насибуллин, Р.Б. Ахметқалиев, Р.О. Орынбасар, Н.Б. Жақсылық СУЛАНДЫРЫЛҒАН МҰНАЙДЫҢ ДЕЭМУЛЬСАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	121
П.В. Панченко, Д.С. Пузикова, Г.М. Хусурова, К.А. Леонтьева ТИТАН ДИОКСИДІН АЛУДЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСІ.....	130
Н.Ж. Төтенова, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков, Г.К. Матниязова ЭТАНОЛДЫҢ БУ АЙНАЛЫМЫНА ҚАЖЕТТІ ПЕРОВСКИТ ҚҰРЫЛЫМДЫ ФЕРРИТТЕР НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ, ТЕКСТУРАЛЫҚ, МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	148
К.А. Уразов, А.К. Рахимова, С. Айт ӨТКІЗГІШ ПОЛИМЕР ҚАБАТЫНА CZTS ҚАБЫҒЫН ЭЛЕКТРОТҰНДЫРУ.....	159
А.У. Шингисов, Р.С. Алибеков, С.У. Еркебаева, Э.У. Майлыбаева, М.С. Кадеева ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯСЫ АЛМАЛАРЫНЫҢ ӘР ТҮРЛІ СОРТТАРЫНДАҒЫ ПОЛИФЕНОЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	169
М.А. Якияева, А.Ғ. Сағынова, М.Е. Ержанова ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ ҰЛТТЫҚ ДӘНДІ ДАҚЫЛДЫҢ (ТАЛҚАН) ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ.....	180

ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ

ЛЕПЕСОВ ҚАМБАР ҚАСЫМҰЛЫ.....	193
-------------------------------------	-----

CONTENTS

G.S. Aidarkhanova, K.S. Izbastina, Z.M. Kozhina, D.T. Sadyrbekov VARIABILITY OF ESSENTIAL OILS COMPOSITION IN PINUS SYLVESTRIS L. NEEDLES IN THE TERRITORIES OF SNNP "BURABAY" AND NUR-SULTAN CITY.....	6
B.A. Askapova, S. Barany, B.M. Zhakyp, K.B. Musabekov STABILITY OF MAGNETIC CLAY COMPOSITE HYDRO-SUSPENSION IN PRESENCE OF WATER-SOLUBLE POLYMERS.....	22
T.S. Baizhumanova, M. Zhumabek, N.S. Talasbayeva, M.K. Erkibaeva, A.O. Aidarova CATALYTIC CONVERSION OF BIOGAS TO SYNTHESIS GAS.....	32
G.T. Balykbayeva, G.U. Iliasova, K.X. Darmaganbet, G.M. Abyzbekova, Sh.O. Yespenbetova SORPTION WATER PURIFICATION FROM HEAVY METAL IONS USING BENTONITE CLAY.....	43
R.R. Beisenova, R.M. Tazitdinova, A.O. Zhupysheva, R. Kurbanaliev, A.N. Orkeeva ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF FRESH WATER SOURCES OF RURAL AREAS OF PAVLODAR REGION.....	53
N.I. Berdikul, K. Akmalaiuly, I.I. Pundiene INCREASING THE RESISTANCE OF CONCRETE AGAINST SULFATE CORROSION.....	63
A.B. Dikhanbayev, B.I. Dikhanbayev, S.B. Ybray, Zh.T. Bekisheva DEVELOPMENT OF WASTE-FREE TECHNOLOGY FOR PROCESSING ASH DUMPS OF POWER PLANTS WITH COMPLETE DECARBONIZATION OF EXHAUST GASES.....	74
A.A. Dosmakanbetova, Z.A. Ibragimova, Zh.K. Shukhanova, S.M. Konysbekov, D.K. Zhumadullayev DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING FINELY DISPERSED SILICON DIOXIDE POWDER.....	93
A.M. Kozhakhmetova, K.T. Zhantasov, O.B. Dormeshkin, B.K. Asilbekova, G.T. Zhamanbalaeva PRODUCTION OF FUEL MIXTURE BASED ON BROKEN SILICON - PHOSPHATE RAW MATERIAL AND CHPP WASTE.....	103

Z.M. Muldakhmetov, S.D. Fazylov, A.M. Gazaliev, O.A. Nurkenov, O.T. Seilkhanov THE SYNTHESIS OF NEW INCLUSION COMPOUNDS COMPLEXES CYTISINE: β -CYCLODEXTRIN.....	112
B.M. Nasibullin, R.B. Akhmetkaliev, R.O. Orynassar, N.B. Zhaksylyk STUDY OF DEMULSIFICATION OF WATERED OIL.....	121
P.V. Panchenko, D.S. Puzikova, G.M. Khusurova, X.A. Leontyeva ELECTROCHEMICAL METHOD FOR OBTAINING TITANIUM DIOXIDE.....	130
N.Zh. Totenova, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov, G.K. Matniyazova SYNTHESIS AND STUDY OF STRUCTURAL, TEXTURAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF CATALYSTS FOR STEAM REFORMING OF ETHANOLBASED ON PEROVSKITE -LIKE FERRITES.....	148
K.A. Urazov, A.K. Rahimova, S. Ait ELECTRODEPOSITION OF CZTS FILMS ON A CONDUCTIVE POLYMER LAYER.....	159
A.U. Shingisov, R.S. Alibekov, S.U. Yerkebayeva, E.U. Mailybayeva, M.S. Kadeyeva STUDY OF THE POLYPHENOLS CONTENT IN THE VARIOUS APPLES SORTS OF THE KAZAKHSTAN SELECTION.....	169
M.A. Yakiyaeva, A.G. Sagynova, M.E. Yerzhanova DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF NATIONAL CEREALS PRODUCT (TALKAN) OF HIGH NUTRITIONAL VALUE AND SAFETY STUDY.....	180

MEMORY OF SCIENTISTS

LEPESOV KAMBAR KAZYMOVICH.....	193
---------------------------------------	-----

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 сайте:

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 24.06.2022.

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

12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.