

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

4 (448)

JULY – AUGUST 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

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

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

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

Бас редактор:

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

Редакция алқасы:

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

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

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

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

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

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

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), 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-Маджида 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 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

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

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

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:

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

АГАБЕКОВ 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

ТЕЛЪТАЕВ 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: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

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

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

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

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

Editor in chief:

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

Editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

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

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

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

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

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

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

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

propagating high-temperature synthesis has become widespread in recent years [5], especially its modification - the solution combustion synthesis (SCS) [6-8], as a result of which finely dispersed oxides and spinels are synthesized [9,10].

Previously, we investigated the process of oxidative conversion of light alkanes into synthesis-gas in the presence of oxygen on different types of catalysts: noble metals [11-13], oxides [14,15] and catalysts prepared by solution combustion synthesis [16]. ODWHULDOV

Many researchers reported that Mg, Mn and Ni-based catalysts possessed high activity, but one of the major problems encountered in the application of this process is catalyst deactivation mainly by carbon deposition. During the past decades nickel catalysts have been extensively studied [17], but few studies were made on Mg catalysts, Ni-Mg [18,19] and Mn catalysts [20].

The paper presents the data of the activity of the developed SCS catalyst based on Ni - Al - Mg - Mn, capable of carrying out the process of oxidative conversion of methane into synthesis-gas.

0HWKRGV Catalyst preparation

A series of catalysts on the base of (50% Ni(NO₃)₂/50% urea, 41% Ni(NO₃)₂ + 3% Al(NO₃)₃ + 3% Mg(NO₃)₂ + 3% Mn(NO₃)₂/50% urea, 30% Ni(NO₃)₂ + 10% Al(NO₃)₃ + 5% Mg(NO₃)₂ + 5% Mn(NO₃)₂/50% urea, 20% Ni(NO₃)₂ + 20% Al(NO₃)₃ + 5% Mg(NO₃)₂ + 5% Mn(NO₃)₂/50% urea, 10% Ni(NO₃)₂ + 30% Al(NO₃)₃ + 5% Mg(NO₃)₂ + 5% Mn(NO₃)₂/50% urea, 5% Ni(NO₃)₂ + 35% Al(NO₃)₃ + 5% Mg(NO₃)₂ + 5% Mn(NO₃)₂/50% urea, 10% Ni(NO₃)₂ + 40% Al(NO₃)₃/50% urea) was prepared by solution combustion synthesis method. A mixture of salts and distilled water was placed in a quartz glass. The content of the glass was heated to 80 - 100°C. Then the beaker with the solution was placed in a preheated muffle furnace, where the catalysts were prepared at various temperatures. At the beginning of the reaction, a large amount of heat is generated, which ensures a rapid spread of the combustion front and a sharp increase in temperature. After several minutes, structural catalysts are formed, the formation of which is one of the reasons for the high activity of the prepared samples. The final form of the catalyst is shown in Figure 1.



Figure 1 - General view of the catalyst prepared by the SCS method

Characterization techniques

The catalysts were studied by XRD on a Siemens Spellman DF3 spectrometer with Cu-K α ($\lambda = 1.5406\text{\AA}$) radiation in steps of $0.03^\circ/1''$ in the 2θ range from 5° to 100° . For semi-quantitative X-ray analysis, 5% KCl was added to the analyzed samples as an internal standard. Transmission electron microscopy (TEM) was used to determine the morphology of the developed catalysts. The electron-microscopic characteristics of the catalysts were obtained on an EMK-125 K microscope (Sumy, Ukraine) at an accelerating voltage of 75 kV. The SEM observations were carried out in a Quanta Inspect FEI scanning electron microscope and the EDS patterns were carried out by an EDX analyser on samples sputter-coated with gold with a coating thickness of 5-10 nm. Compressive strength was measured in a 100 kN strain-controlled universal tester at a displacement rate of 100 $\mu\text{m}/\text{min}$ on cylindrical specimens of diameter 1 cm and height 2 cm. The initial mixture and reaction products were analyzed using a Chromos GC-1000 chromatograph with the Chromos software. Chromatographic peaks were calculated using calibration curves constructed for the corresponding products using the Chromos software for pure substances. The specific surface area was determined and the pore distribution in the catalysts was measured by the BET method (Brunauer–Emmett–Teller) using a GAPPV-Sorb 2800 analyzer. Nitrogen (99%) with helium (99%) was used as the carrier gas. Pore volume and average pore diameter were calculated by the BJH method using desorption isotherm curves.

Catalytic activity studies

SCS catalysts were placed in a fixed bed flow reactor of the automated flow laboratory installation with on-line analysis of initial materials and reaction products. The gas mixture CH₄ : O₂ : Ar (2 : 1:3), (34% / 17% / 49%) was used to study the oxidative conversion of methane into synthesis gas under atmospheric pressure in the temperature range 700 - 900°C at the space velocity 500-8500 h⁻¹. Obtained data were checked for reproducibility

of the results. For this, the data obtained for one specific temperature were repeated at least 3 times until the results were completely reproducible.

Results and Discussion. Catalysts of the Ni - Al - Mg - Mn + urea series were prepared in a muffle

furnace heated to 500°C. The composition of the initial mixture, combustion conditions and the final catalyst compositions are shown in Table 1.

Table 1 - The initial compositions of salts and final catalyst composition at 500°C preheating temperature of solution

Starting compounds	Catalysts composition
50% Ni + urea	NiO, NiC, C
10% Ni + 40% Al + urea	NiAl ₂ O ₄ , NiC, NiO, Ni ₂ O ₃
3% Ni + 3% Al + 3% Mg + 41% Mn + urea	MgAl ₂ O ₄ , Mn ₃ O ₄ , MgMn ₂ O ₄ , MnAl ₂ O ₄
20 % Ni + 20% Al + 5% Mg + 5% Mn + urea	NiAl ₂ O ₄ , MgAl ₂ O ₄ , NiO, NiC, MgNiO ₂ , AlNi, Al ₂ O ₃ , Mn ₃ O ₄
30% Ni + 10% Al + 5% Mg + 5% Mn + urea	NiAl ₂ O ₄ , MgAl ₂ O ₄ , NiC, MgO, Ni ₂ O ₃ , MgNiO ₂ , NiO, Mn ₃ O ₄
20% Ni + 20% Al + 5% Mg + 5% Mn + urea spent	NiAl ₂ O ₄ , MgAl ₂ O ₄ , NiC, Ni, C

The following reactions are possible in the process of solution combustion synthesis:



Presence of products were confirmed by EDX analysis on the SEM, for example as shown in Figure 2 of 3% Ni + 3% Al + 3% Mg + 41% Mn +

urea catalysts, X-ray diffraction pattern of the samples as shown in Figure 3 and Table 1.

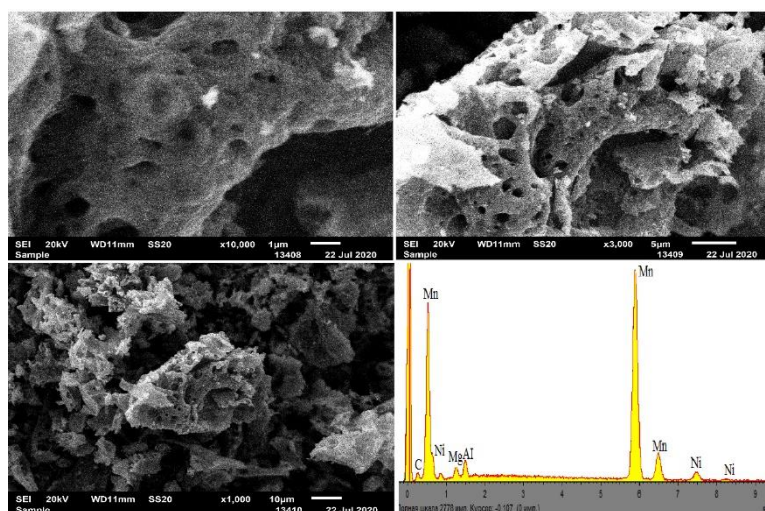


Figure 2 - SEM images of the 3% Ni + 3% Al + 3% Mg + 41% Mn + urea catalyst and its EDS

X-ray diffraction pattern of the samples are shown in Figure 3. It can be seen from the figure that the catalysts had a rather similar qualitative composition, but differed in the phase ratio. The

phase ratio can be determined from the relative intensity of the X-ray diffraction peaks for each phase.

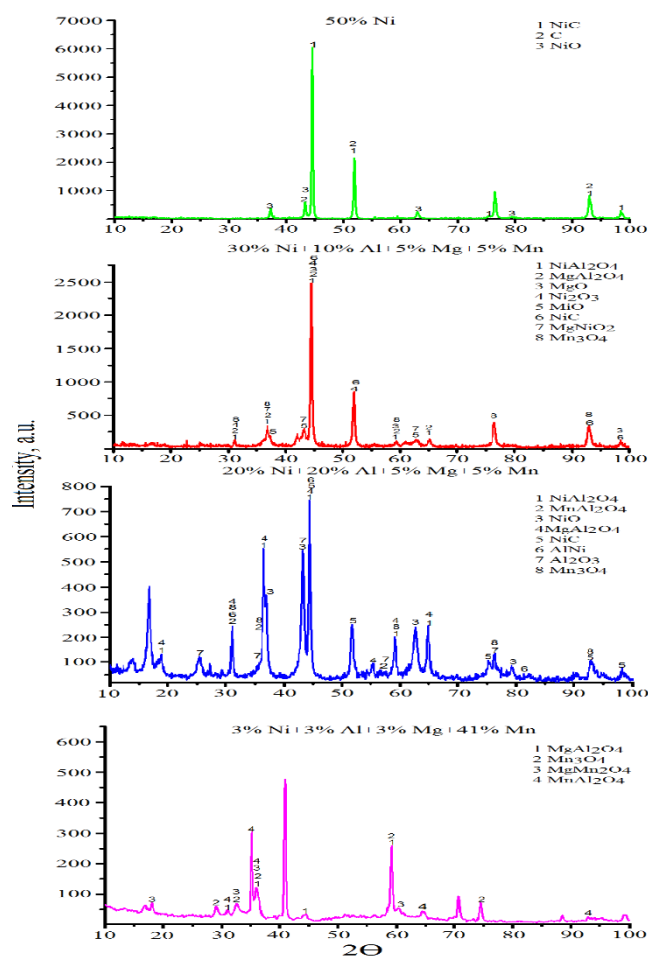


Figure 3 - X-ray spectra for the Ni - Al - Mg - Mn + urea catalysts

As a result of TEM studies at low magnification, a small frame-type aggregate of large dense particles with a size of 50-100 nm is shown on Figure 4.

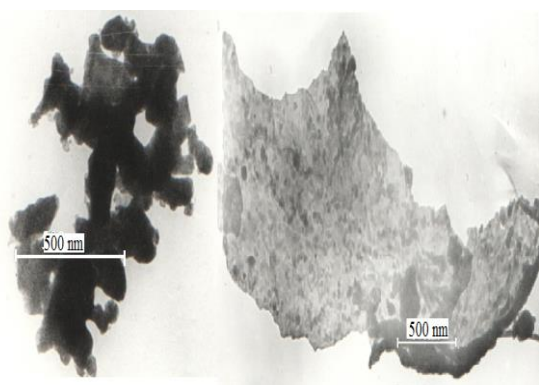


Figure 4 - TEM images of the 3% Ni + 3% Al + 3% Mg + 41% Mn + urea catalyst

The microdiffraction pattern is represented by reflections located along rings and individual reflections and can be attributed to a mixture of phases: MnO (JCPDS, 2-829), MgAl₂O₄ spinel (JCPDS, 21-1152), NiAl₂O₄ (JCPDS, 10-339), MgC₂ (JCPDS, 3-748), Ni₂O₃ (JCPDS, 14-481). Also, a semitransparent plate filled with particles with a size of 30-50 nm and more was shown. The microdiffraction pattern is represented by reflections that can be attributed to a mixture of phases: θ-Al₂O₃ (JCPDS, 35-121), MnAl₂O₄Galaxite (JCPDS, 29-880), β-MnO₂pyrolusite (JCPDS, 24-735).

The specific surface area of the catalysts is low. This is due to high combustion temperatures during preparation of catalysts. Despite this, the synthesized catalysts have a high specific activity, which allows them to compete even with catalysts of the Pt group.

The results on the yield of hydrogen and CO, as well as the selectivity for catalysts are presented in Figure 5.

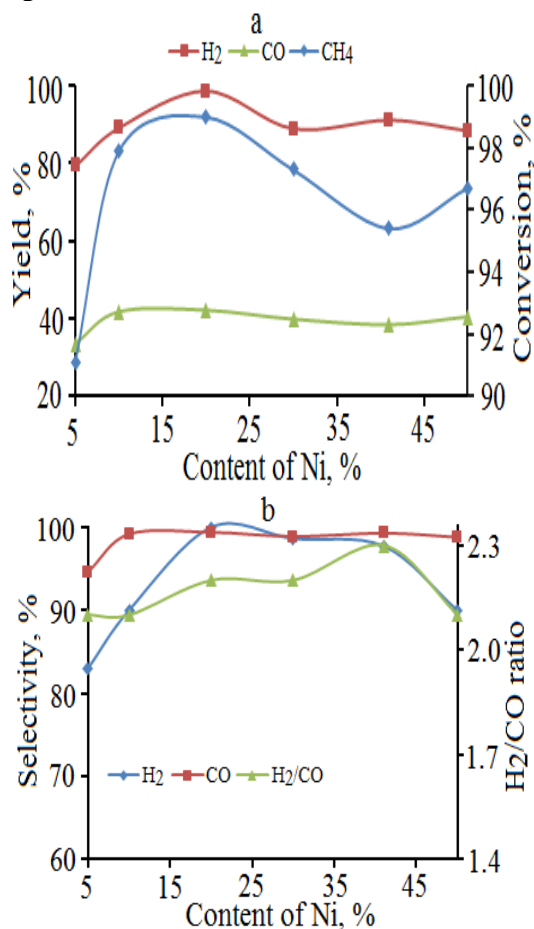


Figure 5 - Conversion of methane, yields, selectivities by H₂ and CO, as well as H₂/CO ratio on catalysts at different concentrations of Ni in the oxidation of methane to synthesis gas

Figure 5 shows that 20% Ni content is optimal for producing the highest syngas results from the entire series of catalysts prepared by the solution combustion method. High selectivities for H₂ and CO (100% and 99.4%, respectively) and yields for H₂ and CO (97.5% and 40.2%, respectively) were produced on the above catalyst composition. The H₂/CO ratio close to 2 was found under these conditions, which is suitable for the production of olefins and alcohols in the future.

Unlike Ni, the optimum Mg content is 5%, where optimum results are obtained. The yields of H₂ and CO corresponded to 97% and 43%, the selectivity for H₂ - 100% and for CO - 99%, Figure 6. The H₂/CO ratio reached 2.2.

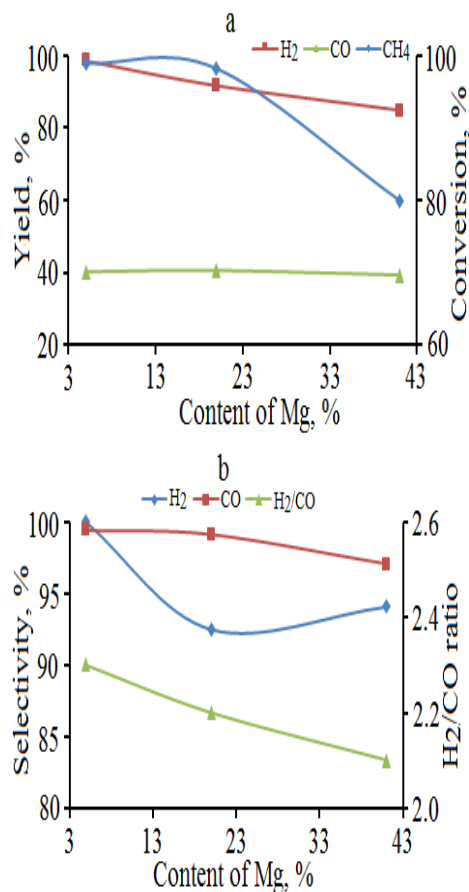


Figure 6 - Conversion of methane, yields, selectivities by H₂ and CO, as well as H₂/CO ratio on catalysts at different concentrations of Mg in the oxidation of methane to synthesis gas

The Mn content also affects the performance of the oxidative conversion of methane into synthesis gas. With an increase in the Mn content, starting from 5% in the composition of the catalyst, the yields of the target products, as well as their selectivity, begin to decrease continuously.

On optimal 20% Ni + 20% Al + 5% Mg + 5% Mn + 50% urea catalyst under conditions: 34% CH₄, 17% O₂ and 49% Ar, CH₄ : O₂ = 2 : 1, catalyst volume 2 ml in the temperature range 850 - 900°C, the effect of the space velocity from 500 to 8500 h⁻¹ was investigated.

At a space velocity of 6500 h⁻¹, hydrogen yields were achieved up to 97.5 - 98.7%, CO - up to 43% with selectivity up to 100% for hydrogen and 99.4% for CO, H₂/CO ratio = 2.2 - 2.4. Similar results were obtained at a space velocity of 2500 h⁻¹. A further increase in the space velocity led to a decrease in the process parameters.

Comparison of catalyst preparation methods (solution combustion method and traditional impregnation method) for yield and selectivity for H₂ and CO at 900°C for 20% Ni + 20% Al + 5% Mg + 5% Mn + 50% urea catalyst was carried out. It has

been shown that the solution combustion method has some advantages over the impregnation method. This is an important result, since the method of solution combustion is more economical, it is carried out within a few minutes compared to many hours of high-temperature impregnation process.

The stable operation of the catalyst was confirmed during continuous operation of the sample for 60 h, Figure 7. Product yields, methane conversion, and selectivity for CO and H₂ showed constant results throughout the entire test period.

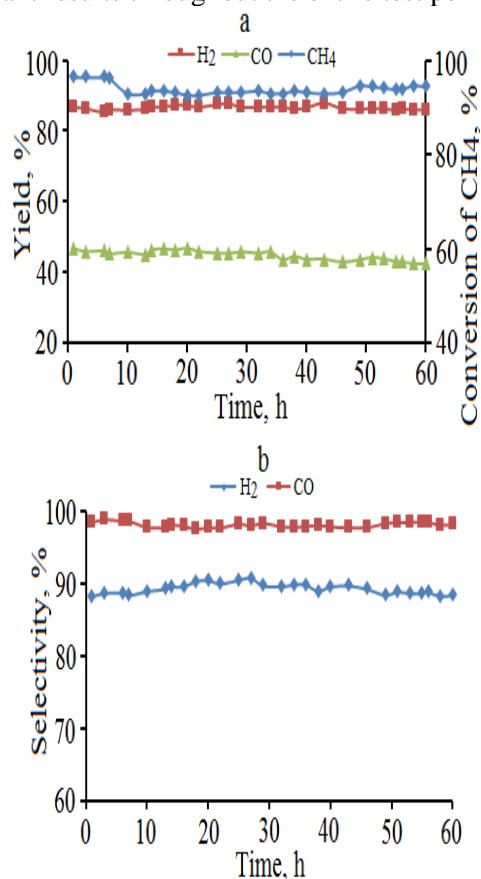


Figure 7 - Effect of the duration of experiment on the stability of 20% Ni + 20% Al + 5% Mg + 5% Mn + 50% urea catalyst

Conclusion. Thus, it was found that the synthesized 20% Ni + 20% Al + 5% Mg + 5% Mn + 50% urea catalysts are active in the reaction of partial conversion of methane into synthesis-gas. The optimal conditions for the maximum operation of this catalyst are: 34% CH₄, 17% O₂, 49% Ar, space velocity – 2500 and 6500 h⁻¹ at the temperature of 900°C. The presence in the catalysts of simple and mixed oxides, metal aluminates and spinel-type structures, the presence of which contributes to the active work of the catalysts for the oxidative conversion of methane, has been established. 97.5 - 98.7% of H₂, 43% of CO with selectivity up to 100% for H₂ and 99.4% for CO, H₂/CO ratio = 2.2 - 2.4 were obtained as a result of the research. It has been shown that the solution combustion method has some advantages over the impregnation method for preparation of catalysts, which is an important practical achievement for further applications in catalysis, since. In addition to economic advantages, this method is also more environmentally friendly, since less exhaust gases are released into the atmosphere at significantly shorter preparation time.

Acknowledgments

The work was supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (grant number AP08855562).

Жумабек М.^{1,2}, Кауменова Г.Н.^{1*}, Манабаева А.^{1,3}, Сарсенова Р.О.^{1,4}, Котов С.О.⁵

¹Д.В. Сокольский атындағы «Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ,

²Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан;

³Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан;

⁴Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

⁵М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: kaumenova.gulnar@mail.ru

ТАБИҒИ ГАЗДЫ КОМПОЗИТТІ Ni-Al-Mg-Mn КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ПАРЦИАЛДЫ ТОТЫҚТЫРУ

Аннотация: табиғи және ілеспе мұнай газдарын ұтымды пайдалану және олардың жануын тоқтату мәселесі өзекті және шешімі табылмаған экологиялық мәселелердің бірі болып табылады. Бұл жұмыстың мақсаты – табиғи және ілеспе газдың жеңіл алкандарының синтез-газға тотығу конверсиясы үрдістері үшін жаңа буынды тиімді термиялық тұрақты катализаторларын жасау. Ерітінді де жану әдісімен дайындалған катализаторлардағы табиғи газ метанының жартылай тотығу нәтижелері келтірілген. Синтез-газ алу үшін әр түрлі құрамдағы Ni (NO₃)₂ - Al (NO₃)₃ - Mg (NO₃)₂ - Mn (NO₃)₂ + мочеви́на қоспаларынан жасалған катализаторлар белсенділігіне зерттеулер жүргізілді. Синтез-газ

алудың оңтайлы шарттары: CH_4 -ның конверсиясы 95%, мақсатты өнімнің шығымы: H_2 - 97-99% және CO - 40-43%, $T = 900^\circ\text{C}$, көлемдік жылдамдығы - 2500 және 6500 cm^{-1} . Катализаторларға рентгендік фазалық талдау, сәулелі электронды микроскопиялық зерттеулер жүргізілді, сондай-ақ катализаторлардың меншікті беттік ауданы, кеуектер көлемі мен кеуектердің орташа диаметрі анықталды. CH_4 -ның тотығу конверсиясы үшін катализаторлар құрамында негізгі және аралас оксидтер, металл алюминаттары және шпинель типті құрылымдардың бар екендігі анықталды, олар катализаторлардың белсенді жұмыс жасауына әсер етеді.

Түйін сөздер: катализдік тотығу, метан, синтез-газ, никель, магний.

Жумабек М.^{1,2}, Кауменова Г.Н.^{1*}, Манабаева А.^{1,3}, Сарсенова Р.О.^{1,4}, Котов С.О.⁵

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

²Satbayev University, Алматы, Казахстан;

³Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан;

⁴Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан;

⁵Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

E-mail: kaumenova.gulnar@mail.ru

Ni-Al-Mg-Mn КОМПОЗИТНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Аннотация: проблема рационального использования природных и попутных нефтяных газов и прекращения их сжигания является одной из острых и нерешенных экологических проблем. Целью данной работы является разработка эффективных термически стабильных катализаторов нового поколения для процессов окислительной конверсии легких алканов природного и попутного газа в синтез-газ. Приведены результаты частичного окисления метана природного газа на катализаторах, приготовленных методом растворного горения. Проведено исследование активности катализаторов, полученных из исходной смеси $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 - \text{Al}(\text{NO}_3)_3 - \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 - \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 +$ мочевины различного состава для получения синтез-газа. Было установлено, что оптимальными условиями получения синтез-газа являются: конверсия CH_4 более 95%, выход целевых продуктов: H_2 - 97 - 99% и CO - 40 - 43%, $T = 900^\circ\text{C}$, объемная скорость - 2500 и 6500 ч^{-1} . Катализаторы были исследованы методами рентгенофазового анализа, просвечивающей электронной микроскопии, была определена удельная поверхность, объем пор и средний диаметр пор. Установлено наличие в катализаторах простых и смешанных оксидов, алюминатов металлов и структур типа шпинели, наличие которых способствует активной работе катализаторов окислительного превращения CH_4 .

Ключевые слова: каталитическое окисление, метан, синтез-газ, никель, магний.

Information about authors:

Zhumabek Manapkhan – PhD Doctoral student, Satbayev University, Researcher of the Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”, Almaty, Kazakhstan. Tel: +77272916632, manapkhan_86@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-2026-0577>;

Kaumenova Gulnar Nurbolatovna – PhD, Junior Researcher of the Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”, Almaty, Kazakhstan. e-mail: kaumenova.gulnar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6448-6607>;

Manabayeva Alua – PhD Doctoral student, Kazakh-British Technical University, Engineer of the Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”, Almaty, Kazakhstan. manabayeva_2018@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4831-1241>;

Sarsenova Rabiga Oryntaikyzy – PhD Doctoral student, Abai Kazakh National Pedagogical University, Researcher of the Laboratory of Oxidative Catalysis, JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”, Almaty, Kazakhstan. Tel: +77272916632, rabinur@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-5669-8178>;

Kotov Stanislav – PhD student, M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan, e-mail: kotov_s@trz.nis.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0001-5946-465X>.

REFERENCES

- [1] Moral A., Reyero I., Llorca J., Bimbela F., Gandia L.M. (2019) Partial oxidation of methane to syngas using Co/Mg and Co/Mg-Al oxide supported catalysts, *Catalysis Today*, 333:259-267. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.04.003> (in Eng.).
- [2] Tathod A.P., Hayek N., Shpasser D., Simakov D.S.A., Gazit O.M. (2019) Mediating interaction strength between nickel and zirconia using a mixed oxide nanosheets interlayer for methane dry reforming, *Applied Catalysis B: Environmental*, 249:106-115. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.02.040> (in Eng.).
- [3] Egawa C. (2018) Methane dry reforming reaction on Ru (001) surfaces, *Journal of Catalysis*, 358:35-42. <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2017.11.010> (in Eng.).
- [4] Aramouni N.A.K., Zeaiter J., Kwapinski W., Leahy J.J., Ahmad M.N. (2020) Eclectic trimetallic Ni-Co-Ru catalyst for the dry reforming of methane, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45:17153-17163. <http://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.04.261> (in Eng.).
- [5] Mukasyan A.S., Roslyakov S., Pauls J.M., Gallington L.C., Orlova T., Liu X., Dobrowolska M., Furdyna J.K., Manukyan K.V. (2019) Nanoscale metastable ϵ -Fe₃N ferromagnetic materials by self-sustained reactions, *Inorganic Chemistry*, 58: 5583-5592. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.8b03553> (in Eng.).
- [6] Thoda O., Xanthopoulou G., Vekinis G., Chronos A. (2019) The effect of the precursor solution's pretreatment on the properties and microstructure of the SCS final nanomaterials, *Applied Sciences*, 9:1200. <https://doi.org/10.3390/app9061200> (in Eng.).
- [7] Bera P. (2019) Solution combustion synthesis as a novel route to preparation of catalysts, *International Journal of Self-Propagation High-Temperature Synthesis*, 28:77-109. <https://doi.org/10.3103/S106138621902002X> (in Eng.).
- [8] Alvarez-Galvan C., Falcon H., Cascos V., Troncoso L., Perez-Ferreras S., Capel-Sanchez M., Fierro J.L.G. (2018) Cermets Ni/(Ce_{0.9}Ln_{0.1}O_{1.95}) (Ln=Gd, La, Nd and Sm) prepared by solution combustion method as catalysts for hydrogen production by partial oxidation of methane, *International Journal of Hydrogen Energy*, 43:16834-16845, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.04.025> (in Eng.).
- [9] Xiao T., Hanif A., York A.P.E., Green M.L.H. (2009) Methane partial oxidation to synthesis gas over bimetallic cobalt/tungsten carbide catalysts and integration with a Mn substituted hexaaluminate combustion catalyst, *Catalysis Today*, 147:196-202. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2009.05.022> (in Eng.).
- [10] Novikov V., Xanthopoulou G., Knysh Y., Amosov A.P. (2017) Solution combustion synthesis of nanoscale Cu-Cr-O spinels: Mechanism, properties and catalytic activity in CO oxidation, *Ceramics International*, 43:11733-11742. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.06.004> (in Eng.).
- [11] Tungatarova S.A., Dossumov K., Baizhumanova T.S., Popova N.M. (2010) Nanostructured supported Pt, Ru and Pt-Ru catalysts for oxidation of methane into synthesis-gas, *Journal of Alloys and Compounds*, 504S: S349-S352. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2010.04.223> (in Eng.).
- [12] Tungatarova S.A., Dossumov K., Baizhumanova T.S. (2010) Production of synthesis-gas on low-percentage Pt-, Ru- and Pt-Ru catalysts, *Topics in Catalysis*, 53:1285-1288, <http://dx.doi.org/10.1007/s11244-010-9584-7> (in Eng.).
- [13] Tungatarova S., Baizhumanova T., Zheksenbaeva Z., Zhumabek M., Kaumenova G., Aubakirov Y., Begimova G. (2019) Nanosized composite Pt-Ru catalysts for production of modern modified fuels, *Chemical Engineering and Technology*, 42: 918-924, <https://doi.org/10.1002/ceat.201800522> (in Eng.).
- [14] Dossumov K., Popova N.M., Umbetkaliev A.K., Brodskii A.R., Tungatarova S.A., Zheksenbaeva Z.T. (2012) IR spectroscopic and thermal desorption studies of the interaction of the SO₂ + O₂ mixture with the 9%Ni-Cu-Cr/2%Ce/(θ + α)Al₂O₃ catalyst, *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 86:1609-1613. <http://dx.doi.org/10.1134/S003602441210007X> (in Eng.).
- [15] Zhang X., Vajglova Z., Mäki-Arvela P., Peurla M., Palonen H., Murzin D.Y., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S., Aubakirov Y.A. (2021) Mono- and bimetallic Ni-Co catalysts in dry reforming of methane, *ChemistrySelect*, 6:3424-3434. doi.org/10.1002/slct.202100686 (in Eng.).
- [16] Kaumenova G.N., Zhumabek M., Abilmagzhanov A.Z., Aubakirov Y.A., Komashko L.V., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S. (2019) Synthesis of new composite materials for processing of methane into important petrochemical products, *Chemical Bulletin of Kazakh National University*, 2:18-23. <https://doi.org/10.15328/cb1036> (in Eng.).
- [17] Ali S., Khader M.M., Almarri M.J., Abdelmoneim A.G. (2020) Ni-based nano-catalysts for the dry reforming of methane, *Catalysis Today*, 343: 26-37. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.04.066> (in Eng.).
- [18] Jalali R., Rezaei M., Nematollahi B., Baghalha M. (2020) Preparation of Ni/MeAl₂O₄-MgAl₂O₄ (Me = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mg) nanocatalysts for the syngas production via combined dry reforming and partial oxidation of methane, *Renewable Energy*, 149: 1053-1067. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.111> (in Eng.).
- [19] Nagaraja B.M., Bulushev D.A., Beloshapkin S., Chansai S., Ross J.R.H. (2013) Potassium-doped Ni-MgO-ZrO₂ catalysts for dry reforming of methane to synthesis gas, *Topics in Catalysis*, 56:1686-1694. <https://doi.org/10.1007/s11244-013-0102-6> (in Eng.).
- [20] Deorsola F.A., Andreoli S., Armandi M., Bonelli B., Pirone R. (2016) Unsupported nanostructured Mn oxides obtained by solution combustion synthesis: Textural and surface properties, and catalytic performance in NO_x SCR at low temperature, *Applied Catalysis A: General*, 522:120-129. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2016.05.002> (in Eng.).

МАЗМҰНЫ

Акурпекова А.К., Закарина Н.А., Корнаухова Н.А., Дәлелханұлы О., Жумадуллаев Д.А. МОНТМОРИЛЛОНИТ НЕГІЗІНДЕ МУЛЬТИКОМПОНЕНТТІ МАТРИЦАСЫ БАР HLaY -ҚҰРАМДЫ КАТАЛИЗАТОРЛАРДАҒЫ ВАКУУМДЫ ГАЗОЙЛДІҢ КРЕКИНГІСІ.....	6
Алиева Н.Т., Джавадова А.А., Эфендиева Х.К., Мамедова А.Х., Махаррамова З.К. ЖОҒАРЫ СІЛТІЛІ ЖУУ-ДИСПЕРЦИЯЛАУ ҚОСПАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ КЕМЕ, ТЕПЛОВАЗ ЖӘНЕ СТАЦИОНАРЛЫҚ ДИЗЕЛЬДЕРГЕ АРНАЛҒАН МАЙЛАУ КОМПОЗИЦИЯЛАРЫ.....	14
Жумабек М., Кауменова Г.Н., Манабаева А., Сарсенова Р.О., Котов С.О. ТАБИҒИ ГАЗДЫ КОМПОЗИТТІ Ni-Al-Mg-Mn КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ПАРЦИАЛДЫ ТОТЫҚТЫРУ.....	19
Ибраев М.К., Исабаева М.Б., Тусупова А.С., Аманжолова А.С., Куандықова А.А. КАЛЬЦИЙ МЕН МАГНИЙ ГУМАТТАРЫНЫҢ СУДА ЕРИТІН ХЕЛАТТЫҚ ФОРМАЛАРЫН АЛУ.....	27
Мамедов К.А., Алиев С.Т., Нуруллаев В.Х. МҰНАЙ КӘСІПШІЛІГІ ЖАБДЫҚТАРЫ МЕН ҚҰБЫРЖОЛДАРЫ ҮШІН КОРРОЗИЯНЫҢ ЖАҢА ТЕЖЕГІШІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІ АРТТЫРУ.....	32
Мусина Г.Н., Такибаева А.Т., Кулаков И.В., Жорабек А.А., Шахметова Г.А. ТАСКӨМІР ШАЙЫРЫН МҰНАЙ-ХИМИЯ ЖӘНЕ ОТЫН МАҚСАТЫНДАҒЫ ӨНІМДЕРГЕ ҚАЙТА ӨНДЕУ.....	40
Рахимова А.К., Айт С., Уразов К.А. ЦЕНТРИФУГАЛАУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН PEDOT: PSS ПОЛИМЕРЛІК ҚАБЫҚШАЛАРЫ.....	48
Сигуатова С.К., Жусупова А.И., Жұмалиева Г.Т., Жусупова Г.Е. ORIGANUM VULGARE ТҮРДЕГІ ӨСІМДІКТЕРДЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАР КЕШЕНІН БӨЛҮДІҢ ОҢТАЙЛЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ.....	53
Шевелева Ю.А., Литвиненко Ю.А., Мухтарова Н.М., Хуторянский В.В. DATURA STRAMONIUM L. (SOLANACEAE) ӨСІМДІГІНІҢ АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ.....	61
Чернякова Р.М., Жүсіпбеков Ө.Ж., Сұлтанбаева Г.Ш., Қайыңбаева Р.Ә., Қожабекова Н.Н. СУЛЫ ОРТАДАН ТАҒАН БЕНТОНИТІМЕН МАНГАНЕЦ (II) ЖӘНЕ ВАНАДИЙ (IV) КАТИОНДАРЫН СОРБЦИЯЛАУ.....	68

СОДЕРЖАНИЕ

Акурпекова А.К., Закарина Н.А., Корнаухова Н.А., Далелханулы О., Жумадуллаев Д.А. КРЕКИНГ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ НА HLaY -СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ С МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ МАТРИЦЕЙ НА ОСНОВЕ МОНТМОРИЛЛОНИТА.....	6
Алиева Н.Т., Джавадова А.А., Эфендиева Х.К., Мамедова А.Х., Махаррамова З.К. СМАЗЫВАЮЩИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ МОРСКИХ, ЛОКОМОТИВНЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЩЕЛЧНЫХ ДОБАВОК МОЮЩИХ-ДИСПЕРСАНТОВ.....	14
Жумабек М., Кауменова Г.Н., Манабаева А. Сарсенова Р.О., Котов С.О. Ni-Al-Mg-Mn КОМПОЗИТНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	19
Ибраев М.К., Исабаева М.Б., Тусупова А.С., Аманжолова А.С., Куандыкова А.А. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ХЕЛАТНЫХ ФОРМ ГУМАТОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ.....	27
Мамедов К.А., Алиев С.Т., Нуруллаев В.Х. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОГО ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ ДЛЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.....	32
Мусина Г.Н., Такибаева А.Т., Кулаков И.В., Жорабек А.А., Шахметова Г.А. ПЕРЕРАБОТКА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В ПРОДУКТЫ НЕФТЕХИМИИ И ТОПЛИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	40
Рахимова А.К., Айт С., Уразов К.А. ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ РЕДОТ: PSS , ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ.....	48
Сигуатова С.К., Жусупова А.И., Жумалиева Г.Т., Жусупова Г.Е. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЙ ВИДА <i>ORIGANUM VULGARE</i>	53
Шевелева Ю.А., Литвиненко Ю.А., Мухтарова Н.М., Хуторянский В.В. АМИНО И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ <i>DATURA STRAMONIUM L. (SOLANACEAE)</i>	61
Чернякова Р.М., Джусипбеков У.Ж., Султанбаева Г.Ш., Кайынбаева Р.А., Кожобекова Н.Н. СОРБЦИЯ КАТИОНОВ МАРГАНЦА (II) И ВАНАДИЯ (IV) ТАГАНСКИМ БЕНТОНИТОМ В ВОДНОЙ СРЕДЕ.....	68

CONTENTS

Akurpekova A.K., Zakarina N.A., Kornaukhova N.A., Dalekhanuly O., Zhumadullaev D.A. CRACKING OF VACUUM GAS OIL ON HLAY-CONTAINING CATALYSTS WITH A MULTICOMPONENT MATRIX BASED ON MONTMORILLONITE.....	6
Aliyeva N.T., Javadova A.A., Efendiyeva K.Q., Mammadova A.K., Maharramova Z.K. LUBRICATING COMPOSITIONS FOR MARINE, LOCOMOTIVE AND STATIONARY DIESELS BASED ON HIGH-ALKALINE DETERGENT-DISPERSANT ADDITIVES.....	14
Zhumabek M., Kaumenova G.N., Manabayeva A., Sarsenova R.O., Kotov S.O. Ni-Al-Mg-Mn COMPOSITE CATALYSTS FOR PARTIAL OXIDATION OF NATURAL GAS.....	19
Ibrayev M.K., Issabayeva M.B., Tusupova A.S., Amanzholova A.S., Kuandykova A.A. OBTAINING OF WATER-SOLUBLE CHELATE FORMS OF CALCIUM AND MAGNESIUM HUMATE.....	27
Mammedov K., Aliyev S., Nurullayev V. APPLICATION OF NEW CORROSION INHIBITOR FOR OILFIELD EQUIPMENT AND PIPELINES FOR IMPROVING THE ECOLOGICAL SECURITY.....	32
Musina G.N., Takibayeva A.T., Kulakov I.V., Zhorabek A.A., Shakhmetova G.A. PROCESSING OF COAL TAR INTO PETROCHEMICALS AND FUEL PRODUCTS.....	40
Rakhimova A.K., Ait S., Urazov K.A. PEDOT: PSS POLYMER FILMS OBTAINED BY SPIN-COATING METHOD.....	48
Sigmatova S.K., Zhusupova A.I., Zhumalieva G.T., Zhusupova G.E. DEVELOPMENT OF AN OPTIMAL TECHNOLOGY FOR ISOLATION OF A COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS FROM PLANTS OF THE <i>ORIGANUM VULGARE</i> SPECIES.....	53
Sheveleva Y.A., Litvinenko Y.A., Mukhtarova N.M., Khutoryanskiy V.V. AMINO AND FATTY ACID COMPOSITION OF DATURA STRAMONIUM L. (SOLANACEAE).....	61
Chernyakova R.M., Jussipbekov U.Zh., Sultanbayeva G.Sh., Kaiynbayeva R.A., Kozhabekova N.N. SORPTION OF MANGANESE (II) AND VANADIUM (IV) CATIONS BY TAGAN BENTONITE IN AN AQUEOUS MEDIUM.....	68

**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://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 *В.С. Зикирбаева*

Подписано в печать 15.08.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 4.