

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»

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

JSC «D.V. SOKOLSKY INSTITUTE OF FUEL,
CATALYSIS AND ELECTROCHEMISTRY»

ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ



SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

6 (432)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2018 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2018 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2018**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

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 и 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.

Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Ағабеков В.Е. проф., академик (Белорус)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Ресей)
Газалиев А.М. проф., академик (Қазақстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Қазақстан)
Жармағамбетова А.К. проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Қырғыстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Баешов А.Б. проф., академик (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., академик (Қазақстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Молдахметов М.З. проф., академик (Қазақстан)
Мансуров З.А. проф. (Қазақстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Қазақстан)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тәшімов Л.Т. проф., академик (Қазақстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Тәжікстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №1089-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / chemistry-technology.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Казахстан)
Баешов А.Б. проф., академик (Казахстан)
Буркитбаев М.М. проф., академик (Казахстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Мулдахметов М.З. проф., академик (Казахстан)
Мансуров З.А. проф. (Казахстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Казахстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Казахстан)
Стрельцов Е. проф. (Беларусь)
Ташимов Л.Т. проф., академик (Казахстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Таджикистан)
Фарзалиев В. проф., академик (Азербайджан)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

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 и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,
Институт органического 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

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d :

Agabekov V.Ye. prof., academician (Belarus)
Volkov S.V. prof., academician (Ukraine)
Vorotyntsev M.A. prof., academician (Russia)
Gazaliyev A.M. prof., academician (Kazakhstan)
Yergozhin Ye.Ye. prof., academician (Kazakhstan)
Zharmagambetova A.K. prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Zhorobekova Sh.Zh. prof., academician (Kyrgyzstan)
Itkulova Sh.S. prof. (Kazakhstan)
Mantashyan A.A. prof., academician (Armenia)
Praliyev K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Bayeshov A.B. prof., academician (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., academician (Kazakhstan)
Dzhusipbekov U.Zh. prof., corr. member (Kazakhstan)
Muldakhmetov M.Z. prof., academician (Kazakhstan)
Mansurov Z.A. prof. (Kazakhstan)
Nauryzbayev M.K. prof. (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Rakhimov K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Tashimov L.T. prof., academician (Kazakhstan)
Toderash I. prof., academician (Moldova)
Khalikov D.Kh. prof., academician (Tadjikistan)
Farzaliyev V. prof., academician (Azerbaijan)

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 periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2018

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
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

<https://doi.org/10.32014/2018.2518-1491.35>

Volume 6, Number 432 (2018), 130 – 137

UDC 541.13:546.19

M.M. Dospaev¹, A.Bayeshov², A.S.Zhumakanova²,
D.M.Dospaev³, B.B.Syzdykova¹, K.S.Kakenov⁴, G.A.Esenbaeva⁴

¹ Chemical and Metallurgical Institute named after Zh.Abishev, Karagandy, Kazakhstan;

² Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan;

³ Karaganda State Technical University, Karagandy, Kazakhstan;

⁴ Karaganda Economic University of Kazpotreboyz, Karagandy, Kazakhstan

E-mail: manten.mur@mail.ru, elhimproc@mail.ru

MECHANISM OF FORMING NANODISPERSE COPPER SILICATE POWDER DURING ANODIC POLARIZATION OF COPPER ELECTRODE IN POTASSIUM SILICATE SOLUTION

Abstract. The main advantage of the known electrochemical methods is the possibility of obtaining powders with a smaller particle size, which eliminates the additional stage of its processing, i.e. regrinding. The works aimed at obtaining nanodimensional powders of copper oxide compounds that are widely used in the production of antibacterial materials, solar batteries, gas sensors, photovoltaic cells, in semiconductor technology, as well as a catalyst for the oxygen electrode of a fuel cell with a solid electrolyte, are now of ever-greater interest.

In this paper by the method of voltammetry there has been for the first time studied the mechanism of forming copper silicate powder nanoparticles during anodic polarization of a copper electrode in a slightly alkaline solution of potassium silicate. Based on the results obtained, using the method of mathematical planning of the experiment, there has been studied the effect of the current density, the concentration of potassium silicate, the temperature of the electrolyte, the duration of electrolysis on the current yield of the nanosized copper silicate powder. The optimal parameters of electrolysis in galvanostatic conditions have been determined. The chemical analytical method has established the compliance of the electrolysis-produced copper silicate with the formula $\text{CuSiO}_3 \cdot 3.8\text{H}_2\text{O}$. There have been performed the electronic microscopic studies of the synthesized copper silicate powder and the particle sizes have been determined in the region of 50 nm.

Key words: nanoparticle, silicate copper powder, potassium silicate, voltammetry, electrolysis, electronic microscopy.

Introduction. The unique properties of oxidized copper compounds due to the presence of a developed surface are widely used in a lot of branches of engineering and production [1]. Of ever-greater interest are the works aimed at obtaining powders of copper oxide compounds that are widely used in the production of antibacterial materials, solar batteries, gas sensors, photovoltaic cells, semiconductor technology, as well as a catalyst for the oxygen electrode of a fuel cell with a solid electrolyte.

There is no information of obtaining pure copper silicate in literature, only various reference data on the chemical methods of synthesizing other silicate compounds are encountered. For example, the authors of Ref. [2] describe the Cu/SiO_2 -catalysts that contain slaty copper silicate, it has been shown that owing to forming highly disperse copper phyllosilicates, these compounds are effective catalysts for converting ethanol to ethyl acetate. Similarly to [2], the authors of [3] describe the good catalytic activity of the Cu/SiO_2 -catalyst due to the presence of finely dispersed copper slaty silicate. The difference between the works [2] and [3] is that the Cu/SiO_2 -catalyst was obtained by the sol-gel method. However, in [4], although the Cu/SiO_2 -catalyst is also obtained and its structural properties are studied, good catalytic properties are attributed to the presence of copper nanoparticles in the silica gel.

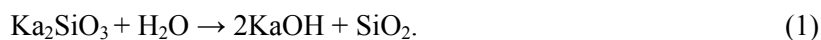
Electrode reactions, in particular anodic copper oxidation processes in silicic acid solutions, are practically unexplored areas in electrochemistry of copper. Our research tasks include studying the anodic behavior of copper in the solution of potassium silicate and identifying the possibility of synthesizing the nanosized copper silicate powder.

Experiment methodology. Voltammetric studies have been carried out by the method of taking polarization curves in the solution of potassium silicate. Polarization curves have been taken using a clamping electrode of special design [5]. In contrast to the known electrodes, the advantage of the clamping electrode design is the ability to polarize powders due to the direct contact with the electroconductive surface of the electrode. The anode curves have been plotted using a copper electrode at the temperatures of 20-800 °C, the potential sweep rate of 10 mV / s, and the electrolyte concentration of 0.6-7.5 g/l.

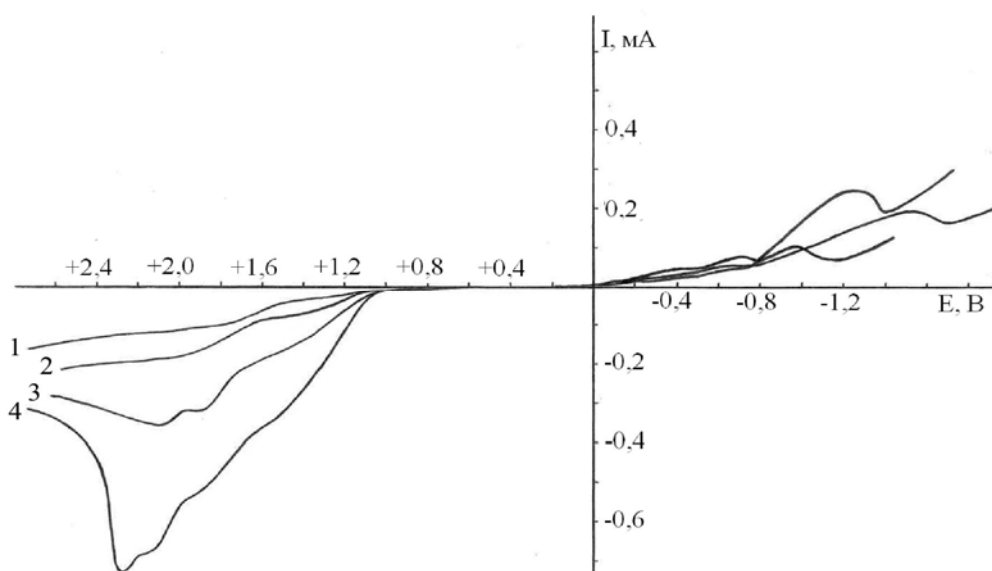
The electrolysis has been performed in a 300 ml thermostated electrolyzer, the electrodes have been made of cathodic copper. To prepare the electrolyte, distilled water and potassium silicate reagent (K_2SiO_3) have been used. The method of multifactorial mathematical planning of the experiment has been used to study the possibility of obtaining a nanosized copper silicate powder by electrolysis in galvanostatic conditions. The effect of the current density, the potassium silicic acid concentrations, the electrolyte temperature and the duration of electrolysis has been studied. The duration of the experiments has been 15-240 minutes. The precipitate formed by nanosized copper silicate formed during electrolysis has been subjected to washing with distilled water, filtration and dried in a special chamber. The obtained product has been studied by chemical and electronic microscopic methods of analyzing.

Discussing results. The electrode reactions, in particular anodic copper oxidation processes in silicic acid solutions, are practically unexplored areas in electrochemistry of copper. The tasks of our researchers have included studying the anodic behavior of copper in the solution of potassium silicate and revealing the possibility of synthesizing the nanosized copper silicate powder.

It is known [6] that when dissolved in water, potassium silicate is hydrolyzed and its solution has an alkaline reaction:



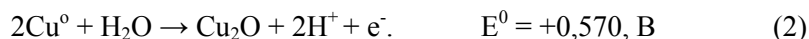
On the anodic polarization curve of the copper electrode (Figure 1) there are observed two waves.



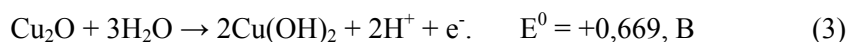
1- 0.5; 2 - 1.0; 3 - 2.5; 4 - 5.0 g/l, $t = 25^\circ C$

Figure 1 – Cyclic anodic-cathodic polarization curve of the copper electrode in potassium silicate solutions

The first weakly manifested wave corresponds to the process of forming cuprous copper oxide:



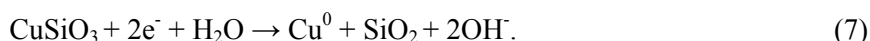
The second wave corresponds to the process of the active transition of cuprous copper oxide into copper hydroxide:



Copper hydroxide formed [7] reacts with potassium silicate and forms a new phase, i.e. copper silicate:



On cathodic voltammetric curves there are observed three waves that probably correspond to the following reactions:



Based on the above-mentioned electrochemical studies, the present work has shown for the first time the possibility of obtaining a nanosized copper silicate powder by the electrolytic method [8].

In a sequential study of the factors, the effect of the current density, the concentration of potassium silicate, the temperature and the duration of electrolysis on the current yield of the nanosized copper silicate powder has been studied by the method of mathematical planning of the experiment [9]. Point dependences have been constructed for the current yield of a nanosized copper silicate powder (Figure 2). The approximating function has been selected taking into account the physical meaning of the dependence being studied.

The adequacy of the private dependences for the current yield of a nanosized copper silicate powder and pH changing in the solution has been determined from the correlation coefficient R and its relevance t_R .

The essence of the processes that occur during electrolysis is that when passing direct current through the solution of potassium metasilicate (K_2SiO_3) on copper electrodes there take place the following processes:

- on the cathode there released hydrogen:

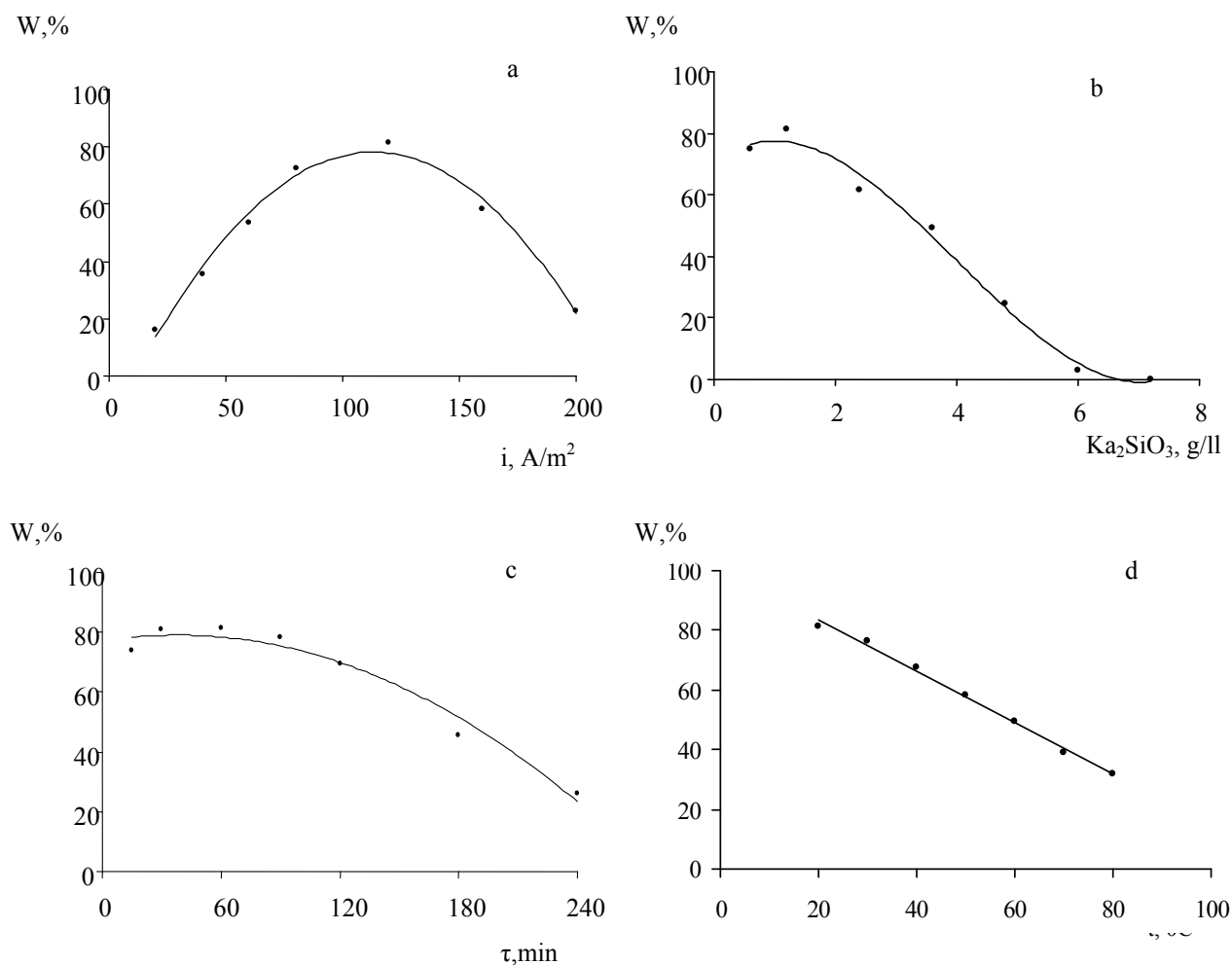


- on the anode there is observed copper electrode dissolution according reactions (2, 3).

Copper hydroxide formed by reaction (3) reacts with the potassium silicate present in the solution and forms by reaction (4) copper silicate of bright blue color.

From the experimental data (Figure 2) it is seen that with gradual increasing the current density in the range of 20-120 A/m², the current yield increases from 16.2 to 81.5 %, respectively.

Increasing the current density above 120 A/m² leads to significant decreasing the current yield of a nanosized copper silicate powder [10].



a – current density; b – potassium silicate concentration; c – electrolysis duration; d – temperature
 points: experimental data; line – approximating function

Figure 2 – the effect of preset factors on the current yield of the copper silicate nanosized powder

The initial concentration of potassium silicate has a significant effect on the current yield of the synthesized product. The nanosized copper silicate powder is formed only at strict concentration limits from 0 to 6 g/l. The maximum value of the current yield of 81.5 % is reached even at the concentration of potassium silicate of 1.2 g/l (Figure 2, b) [12]. Increasing the concentration of the latter above 6 g/l leads to a sharp cessation of copper silicate formation, the current yield in this case is reduced to zero.

With increasing the temperature in the range of 20–80 °C the current yield of the nanosized copper silicate powder gradually decreases [13].

With increasing the duration of electrolysis (Figure 2, c) in the range of 15-60 minutes, the current yield of the nanosized copper silicate powder reaches the maximum value of 81.5 %. Further increasing the duration leads to decreasing the current yield [14].

Decreasing the current yield of the nanosized copper silicate powder with increasing the current density, the concentration of potassium metasilicate, the temperature of the solution and the duration of electrolysis is higher than their optimal values due to the simultaneous increasing the solution pH for the above parameters (Figure 2,a).

Due to pH increasing in the solution, a competitive reaction occurs to form copper (II) oxide on the surface of the copper anode, which leads to passivation of the electrode and contamination of the resulting product [11]:



It follows that in order to ensure purity and to achieve relatively high current yield results of the nanosized copper silicate powder, the optimal pH of the potassium metasilicate solution in electrolysis should correspond to 10-11.

The adequacy of the private dependences for the current yield of the nanosized copper silicate powder has been determined from the correlation coefficient R and its relevance t_R (Table 1).

Table 1 – Coefficient of correlation R, its value t_R for private functions of the current yield of the nanosized copper silicate powder

Equation	R	Condition $t_R > 2$	Relevance
$y = -0,0075i^2 + 1,6873i - 17,253$	0.9891	101.8 > 2	relevant
$y = 0,7124C^3 - 8,5771C^2 + 14,946C + 70,455$	0.9944	199.1 > 2	relevant
$y = -0,0014\tau^2 + 0,1057\tau + 76,995$	0.9795	54.07 > 2	relevant
$y = -0,8629t + 100,74$	0.9316	14.10 > 2	relevant

The obtained equations for the current yield of the nanosized copper silicate powder taking into account relevant functions are generalized by the dependence in the form of their product [15, 16]:

$$BT = \frac{(-0,0075i^2 + 1,6873i - 17,253) \cdot (0,7124C^3 - 8,5771C^2 + 14,946C + 70,455)}{79,2203^3 \left[(-0,0014\tau^2 + 0,1057\tau + 76,995) \cdot (-0,8629t + 100,74) \right]^{-1}} \quad (10)$$

When comparing the results of the experiment and calculation, we find the values $R = 0.97$ and $t_R = 4279 > 2$, $R = 0.986$ and $t_R = 114,3 > 2$, which confirms the adequacy of describing the experimental data by equation (10), respectively. The confidence interval calculated through t_R [17] is 1.89 %.

Electron-microscopic studies of particles of a nanosized copper silicate powder on a transmission scanning electron microscope were performed. It is established that the particle size of the copper silicate powder synthesized by us lies in the region of 50 nm (Fig. 3).

There have been carried out electronic microscopic studies of the nanosized copper silicate powder particles on the transmission scanning electronic microscope. It has been established that the sized of the powder synthesized lies in the region of 50 nm (Figure 3).

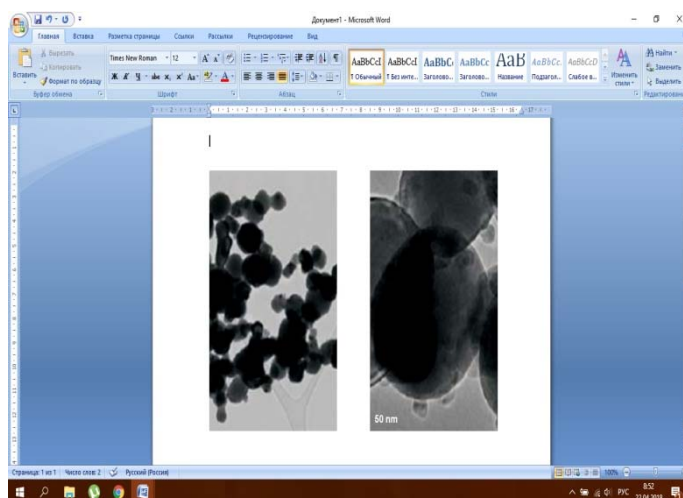


Figure 3 – Photomicrograph of copper silicate nanopowder on the transmission scanning electronic microscope

The chemical analysis of synthesized nanodisperse copper silicate has been carried out for copper and silica according to the well-known methods [18]. According to the results of the analysis, the copper content in the precipitate is 44.81 %, and silicon 20.13 %; when converted to copper silicate $\text{CuSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ there has been established compliance with the formula $\text{CuSiO}_3 \cdot 3,8\text{H}_2\text{O}$.

Conclusions. It has been established that two waves are observed on the anodic polarization curve of the copper electrode in the solution of potassium silicate. The first weakly manifested wave is referred to the process of forming cuprous copper oxide, the second wave corresponds to the process of active transition of cuprous oxide to hydroxide that reacts with potassium silicate and forms a new phase, i.e. copper silicate.

Based on the carried out electrochemical studies, it has been shown for the first time that it is possible to obtain a nanosized copper silicate powder by electrolysis from the aqueous solution of potassium silicate. Using the method of mathematical planning of the experiment, the effect of the current density, the potassium silicate concentration, the solution temperature and the duration of electrolysis on the current yield of the nanosized copper silicate powder has been studied. The highest values of the current yield of the nanosized copper silicate powder have been achieved under the following conditions of electrolysis: the current density 120A/m^2 , the duration of electrolysis 60 min., $\text{pH}=11.0$, $t=20^\circ\text{C}$, the potassium silicate concentration 1.2 g/l, above 6 g/l leads to a sharp cessation of forming the nanoscale copper silicate powder.

The electronic microscopic method has been used to determine the particle sizes of the nanosized copper silicate powder synthesized that lie in the region of 50 nm.

REFERENCES

- [1] Dausheva MR, Songina OA (1973) Povedenie suspensii trudnorastvorimykh veshchestv na elektrodakh. *Uspekhi khimii*, 2:323-342. (In Russian).
- [2] Xue Yu, Shubo Zhai, Wanchun Zhu, Shuang Gao, Jianbiao Yan, and others. (2014) The direct transformation of ethanol to ethyl acetate over Cu/SiO_2 catalysts that contain copper phyllosilicate. *Journal of Chemical Sciences*. 126:4:1013–1020. DOI: 10.1007/s12039-014-0659-z (In Eng).
- [3] Liming He, Xiaochun Chen, Jingsheng Ma, Hailong He, Wei Wang (2010) Characterization and catalytic performance of sol-gel derived Cu/SiO_2 catalysts for hydrogenolysis of diethyl oxalate to ethylene glycol. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 55:3:285–292. DOI: 10.1007/s10971-010-2247-0 (In Eng).
- [4] Tongmei Ding, Hengshui Tian, Bingqin Zhao. (2016) Synthesis of 1,3-propanediol through diethyl malonate hydrogenation on Cu/SiO_2 nanoparticles. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*. 118:2:497–508. DOI:10.1007/s11144-016-1008-7 (In Eng).
- [5] Baeshova AK, Baeshov A, Ugorets MZ, Buketov EA (1980) Katodnaia poliarizatsiia dispersnogo selena v rastvorakh gidrookisi natriia na tverdykh elektrodakh. *ZhPKh*. 53:2:2122-2125. (In Russian).
- [6] Brauer G (1956) Rukovodstvo po preparativnoi neorganicheskoi khimii. Leningrad, Izdatel'stvo Leningrad. (In Russian)
- [7] Naumov IuI, Molvina LI, Korolev GV (1979) *Elektrokhimiia*. 15:4:597. (In Russian).
- [8] Dospaev MM, Lisova IV, Lu NIu (1998) Issledovanie fiziko-khimicheskikh zakonomernostei obrazovaniia khrizokolly v kremnievokislykh rastvorakh. *Tez. dokl. Mezhd. nauchno-prakt. konf. «Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nykh resursov Kazakhstana»*. P. 221. (In Russian).
- [9] Dospaev MM, Lisova IV, Lu NIu (1998) Fiziko-khimicheskii metod sinteza khrizokolly iz rastvora kremnievokislogo natriia. *Sb. tr. Mezhd. nauchnoi konf. «Nauka i obrazovanie – vedushchii faktor strategii Kazakhstan-2030»*. P. 99-101. (In Russian).
- [10] Dospaev MM, Figurine IV, Baeshov A (2007) Elektrokhimicheskii metod polucheniia silikata medi. *Mezhd. konf. po khimii i khimicheskoi tekhnologii, posv. 50-letiiu osnovaniia Instituta Obshchei i Neorganicheskoi Khimii im. akademika NAN RA Manveliana M.G.* P. 215-216. (In Russian).
- [11] Miliutin NN (1978) Elektrokhimicheskoe povedenie medi v shchelochnykh rastvorakh. *ZhPKh*. 12:426-429. (In Russian).
- [12] Dospaev MM (2008) Obrazovanie silikata medi pri elektrokhimicheskoi poliarizatsii mednogo elektroda v rastvorakh metasilikata kaliia. *Vestnik KarGU, ser. khim.* 1:26-29. (In Russian).
- [13] Dospaev MM, Baeshova AK, Dospaev DM, Ivanskaia LA (2008) Mekhanizm elektroliticheskogo polucheniia kremnii soderzhashchikh soedinenii medi. *Tr. VI mezhd. Beremzhanovskogo s'ezda po khimii i khimicheskoi tekhnologii*. P. 103-106. (In Russian).
- [14] Dospaev MM, Baeshov A, Karimova LM, Dospaev DM (2009) Izuchenie vlianiia razlichnykh parametrov elektroliza na obrazovanie silikata medi. *Promyshlennost' Kazakhstana*. 4:584-86. (In Russian).

[15] Malyshev VP (1978) Matematicheskoe opisanie rezul'tatov mnogofaktornogo eksperimena, provedennogo po metodu Zeidelia-Gaussa. *Vestnik AN Kaz SSR*. 4:31-38. (In Russian).

[16] Malyshev VP (2008) Kineticheskie i tekhnologicheskie analiz obobshchayushchikh matematicheskikh modelei khimiko-metallurgicheskikh protsessov. Reports of the national academy of sciences of the republic of kazakhstan. 2:13-18. <https://doi.org/10.32014/2018.%202518-1483> (In Russian).

[17] Malyshev VP (2000) K opredeleniiu oshibki eksperimena, adekvatnosti i doveritel'nogo intervala approksimiruyushchikh funktsii. *Bulletin NAS RK*. 4:22-30 <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1467> (In Russian).

[18] Fainberg Slu (1958) Analiz mineral'nogo syr'ia. –Moskva, Goskhimizdat. (In Russian).

**М. М. Доспаев¹, А.Башов², А.С. Жумақанова²,
Д.М.Доспаев², Б.Б.Сыздыкова¹, К.С. Какенов³, Г.А.Есенбаева³**

¹Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан,

²Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан,

³Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан,

⁴Қазтұтынуодағы Қарағанды экономикалық университет, Қарағанды, Қазақстан.

КАЛИЙ МЕТАСИЛИКАТЫ ЕРТІНДІСІНДЕ МЫС АНОДЫН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕГІ НАНОДИСПЕРСТІ МЫС СИЛИКАТЫ ҰНТАҒЫНЫҢ ТҮЗІЛУ МЕХАНИЗМІ

Аннотация. Белгілі электрохимиялық әдістердің негізгі артықшылығы төмен өлшемді ұнтақ бөлшектерін алу болып табылады, ол қосымша ұнтақтау кезеңін жояды. Қазіргі кезде наноөлшемді тотыққан мыс қоспаларын алуға бағытталған жұмыстар қызығушылық тудыруда, өйткені олар жартылай өткізгіш техникасында, фотогальваникалық ұяшықтарда, газдық сенсорларда, күн батареяларда және антибактериалдық материалдар өндірісінде кең қолданыс тапқан.

Бұл жұмыста вольтамперометрия әдісімен алғаш рет төмен сілтілі калий метасиликаты ертіндісінде мыс анодын поляризациялау кезінде мыс силикаты ұнтағы нанобөлшектерінің түзілу механизмі зерттелді. Алынған нәтижелер негізінде экспериментті математикалық жоспарлау әдісін пайдалана отырып наноөлшемді мыс силикаты ұнтағының шығымына тоқ тығыздығының, калий метасиликаты концентрациясының, электролит температурасының, электролиз ұзақтығының әсері зерттелді. Гальваностатикалық жағдайдағы электролиздің тиімді параметрлері анықталды. Химиялық анализ әдісімен электролиз арқылы алынған мыс силикатының $\text{CuSiO}_3 \cdot 3,8\text{H}_2\text{O}$ формуласына сәйкестегі дәлелденді. Синтезделген мыс силикаты ұнтағына электронды микроскопиялық зерттеулер жүргізілді және оның бөлшектерінің өлшемі анықталды, олар 50нм өлшем аймағында.

Түйін сөздер: нанобөлшек, мыс силикаты ұнтағы, калий метасиликаты, вольтамперометрия, электролиз, электрондық микроскопия.

**М. М. Доспаев¹, А.Башов², А.С. Жумақанова²,
Д.М.Доспаев³, Б.Б.Сыздыкова¹, К.С. Какенов⁴, Г.А.Есенбаева⁴**

¹Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан;

² Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского, Алматы, Казахстан;

³Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан;

⁴Карагандинский экономический университет казпотребсоюза, Караганда, Казахстан

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА СИЛИКАТА МЕДИ В РАСТВОРЕ МЕТАСИЛИКАТА КАЛИЯ

Аннотация. Основным преимуществом известных электрохимических методов является возможность получения порошков с меньшим размером частиц, что исключает дополнительную стадию его обработки – доизмельчение. Все больший интерес вызывают работы направленные на получение наноразмерных порошков оксидных соединений меди, которые находят широкое применение в производстве антибактериальных материалов, солнечных батарей, газовых сенсоров, фотогальванических ячеек, а также в технике полупроводников в качестве катализатора для кислородного электрода топливного элемента с твердым электролитом.

В данной работе методом вольтамперометрии впервые исследован механизм образования наночастиц порошка силиката меди при анодной поляризации медного электрода в слабощелочном растворе метасиликата калия. На основании полученных результатов с использованием метода математического планирования эксперимента изучено влияние плотности тока, концентрации метасиликата калия, температуры электролита, продолжительности электролиза на выход по току наноразмерного порошка силиката меди. Определены оптимальные параметры электролиза в гальваностатических условиях. Химическим методом анализа установлено соответствие полученного электролизом силиката меди формуле $\text{CuSiO}_3 \cdot 3,8\text{H}_2\text{O}$. Проведены электронно-микроскопические исследования синтезированного порошка силиката меди и определены размеры его частиц, которые лежат в области 50 нм.

Ключевые слова: наночастица, порошок силиката меди, метасиликат калия, вольтамперометрия, электролиз, электронная микроскопия.

Information of the authors:

Dospaev M.M. - Doctor of Engineering, Head of the Laboratory of Electrochemical Processes of the Chemistry and Metallurgical Institute named after Zh.Abishev, manten.mur@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-9602-8099

Bayeshov A. - academic NAS RK, Doctor of Chemistry, Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, bayeshov@mail.ru. ORCID ID: 0000-0003-0745-039X;

Zhumakanova A.S. - Candidate of Technical Sciences, Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, zhumakanova62@mail.ru. ORCID ID: 0000-0003-4983-4199;

Dospaev D.M. - Master of Engineering, Leading Engineer of the International Material Science Center of Karaganda State Technical University, dospaev_dar@mail.ru. ORCID ID: 0000-0002-8276-093X;

Syzdykova B.B. – Master of Engineering, junior researcher of the Chemical and Metallurgical Institute named after Zh.Abishev, syzdykova.b@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-4497-6366;

Kakenov K.S. - Candidate of Technical Sciences, Head of the Certification and Standardization of Consumer Goods Department of Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz, sattu55@mail.ru. ORCID ID: 0000-0003-2314-4595;

Esenbaeva G.A. - Doctor of Education, senior lecturer of the Certification and Standardization of Consumer Goods Department of Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz, esenbaeva_keu@mail.ru. ORCID ID: 0000-0002-1561-0026

МАЗМҰНЫ

<i>Тунгатарова С.А., Ксандопуло Г., Кауменова Г.Н., Жумабек М., Байжуманова Т.С., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Бегимова Г.У.</i> Метанды синтез газға каталитикалық риформингілеуде жану әдісімен композитті материалдарды жасау...6	
<i>Johann Dieck, Tamaeva P., Байманова А., Бакешова Ж., Капсалямов Б.</i> Ақаба суларды биологиялық өңдеу: теориялық негіздері және эксперименттік зерттеулер.....	16
<i>Орымбетова Г.Э., Conficoni D., Касымова М.К., Кобжасарова З.И., Орымбетов Э.М., Шамбулова Г.Д.</i> Сүт және сүт өнімдерінде қорғасын тәуекелін бағалау.....	23
<i>Талғатов Э.Т., Әуезханова А.С., Тумабаев Н.Ж., Ахметова С.Н., Сейтқалиева Қ.С., Бегмат Е.Ә., Жармагамбетова Ә.Қ.</i> Фенилацетиленді гидрлеуге арналған магнитті тасымалдағышқа отырғызылған полимер-палладий катализаторлары	29
<i>Ермагамбет Б.Т., Ремнев Г.Е., Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А., Касенова Ж.М., Нурғалиев Н.У.</i> Майқұбы және Экібастұз көмір бассейндерінің диэлектрикалық қасиеттері.....	38
<i>Бейсенбаев А.Р., Жабаева А.Н., Сунцова Л.П., Душкин А.В., Адекенов С.М.</i> Оксима пиностробинның супрамолекулярлық кешенін синтездеу мен зерттеу.....	46
<i>Jadhav A. S., Mohanraj G. T., Mayadevi S., Gokarn A. N.</i> Йодты адсорбцияның саны бойынша катеху атты жаңғақтың қабығынан алынатын нано-беттік белсендірілген көмірдің көлемін анықтаудың жылдам әдісі.....	53
<i>Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Исаева А.Ж., Сейлханов Т.М., Животова Т.С., Шұлғау З.Т., Қожина Ж.М.</i> Функционалдық-орынбасылған изоникотин қышқылының гидразондары мен циклодекстриндердің комплекстік кешендері жән.....	57
<i>Ермагамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Абылгазина Л.Д., Маслов Н.А., Касенова Ж.М., Касенов Б.К.</i> Көмір шлак қалдықтарының өнімдерінен бағалы компоненттер алудың әдістері.....	67
<i>Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Жумаканова А.С., Носенко Ю.Г., Жанибекова А.Т., Шапекова Н.Л., Лорант Д.</i> Феррокорытпаны өңдеу қалдықтары негізінде алынған катализаторлар бетін электрондық микроскопия әдісімен зерттеу.....	79
<i>Баешов А., Гаишов Т.Э., Баешова А.К., Колесников А.В.</i> Мыс (II) иондарын үш валентті титан иондарымен цементациялау арқылы нано – және ультрадисперсті мыс ұнтақтарын алу.....	87
<i>Баешов А.Б., Мырзабеков Б.Э., Колесников А.В.</i> Құрамында титан (IV) иондары бар күкірт қышқылы ерітіндісінде мыс анодын қолдану кезінде электролит көлемінде дисперсті мыс ұнтақтарының түзілу заңдылықтары.....	96
<i>Чиркун Д. И., Левданский А.Э., Голубев В.Г., Сарсенбекулы Д., Кумисбеков С.А.</i> Өнеркәсіптік барабанды диірмендер жұмысын сарапталау және оларды жетілдіру жолдары.....	102
<i>Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И.</i> Молекула зонды бар Fe/ γ -Al ₂ O ₃ катализдік жүйенің өзара әрекеттестігі I. γ -Al ₂ O ₃ және Fe/ γ -Al ₂ O ₃ бастапқы жүйенің зерттелуі.....	109
<i>Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И.</i> Взаимодействие каталитической системы Fe/ γ -Al ₂ O ₃ с молекулами-зондами II. Исследование носителя γ -Al ₂ O ₃ и системы Fe/ γ -Al ₂ O ₃ после взаимодействия с водородом и аммиаком.....	120
<i>Доспаев М. М., Баешов А., Жумаканова А.С., Доспаев Д.М., Сыздықова Б.Б., Какенов К.С., Есенбаева Г.А.</i> Калий метасиликаты ертіндісінде мыс анодын поляризациялау кезіндегі нанодисперсті мыс силикаты ұнтағының түзілу механизм.....	130
<i>Надиоров К.С., Черкаев Г.В., Чихонадских Е.А., Маккаевеева Н.А., Садырбаева А.С., Орымбетова Г.Э.</i> Екі отынды ііж кемелердің пайдаланылған газдарымен зиянды заттардың шығарылуының қоршаған ортаға және тұрғындар денсаулығына әсерін талдау	138
<i>Хусаин Б.Х., Винникова К.К., Сасс А.С., Рахметова К.С., Кензин Н.Р.</i> Бейтараптандыру процестегі пайдаланылған газдар шығудың аэродинамикалық модельдеу.....	150
<i>Утегенова Л.А., Нурлыбекова А.К., Хажиакбер Аиса, Жеңіс Ж.</i> Ақшыл сепкіл гүлөсімдігінің майда еритін құрамын зерттеу.....	156

СОДЕРЖАНИЕ

Тунгатарова С.А., Ксандопуло Г., Кауменова Г.Н., Жумабек М., Байжуманова Т.С., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Бегимова Г.У. Разработка композитных материалов методом горения для каталитического риформинга метана в синтез-газ.....	6
Johann Duesck, Tатаева Р., Байманова А., Бакешова Ж., Капсалямов Б. Биологическая обработка сточных вод: теоретическая основа и экспериментальные исследования.....	16
Орымбетова Г.Э., Conficoni D., Касымова М.К., Кобжасарова З.И., Орымбетов Э.М., Шамбулова Г.Д. Оценка риска свинца в молоке и молочной продукции	23
Талгатов Э.Т., Ауезханова А.С., Тумабаев Н.Ж., Ахметова С.Н., Сейткалиева К.С., Бегмат Е.А., Жармагамбетова А.К. Полимер-палладиевые катализаторы на магнитном носителе для гидрирования фенилацетилена.....	29
Ермагамбет Б.Т., Ремнев Г.Е., Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А., Касенова Ж.М., Нурғалиев Н.У. Диэлектрические свойства углей Майкубенского и Экибастузского бассейнов.....	38
Бейсенбаев А.Р., Жабаяева А.Н., Сунцова Л.П., Душкин А.В., Адекенов С.М. Синтез и изучение супрамолекулярного комплекса оксима пиностробина.....	46
Jadhav A. S., Mohanraj G. T., Mayadevi S., Gokarn A. N. Быстрый метод определения площади нано-поверхности активированного угля полученного из оболочки ореха катеху по числу адсорбции йода.....	53
Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Исаева А.Ж., Сейлханов Т.М., Животова Т.С., Шульгау З.Т., Кожина Ж.М. Комплексы включения функционально-замещенных гидразонов изоникотиновой кислоты с циклодекстринами и их антирадикальная активность.....	57
Ермагамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Абылгазина Л.Д., Маслов Н.А., Касенова Ж.М., Касенов Б.К. Методы извлечения ценных компонентов из золошлаковых отходов углей.....	67
Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Жумаканова А.С., Носенко Ю.Г., Жанибекова А.Т., Шапекова Н.Л., Лорант Д. Исследование методом электронной микроскопии поверхности катализаторов, полученных на основе отходов ферросплавного производства.....	79
Баешов А., Гаитов Т.Э., Баешова А.К., Колесников А.В. Получение нано- и ультрадисперсных порошков меди цементацией ионов меди (II) ионами трехвалентного титана	87
Баешов А.Б., Мырзабеков Б.Е., Колесников А.В. Закономерности образования дисперсных медных порошков в объеме электролита при использовании медного анода в растворе серной кислоты, содержащей ионы титана (IV)	96
Чиркун Д. И., Левданский А. Э., Голубев В.Г., Сарсенбекулы Д., Кумисбеков С.А. Анализ работы барабанных промышленных мельниц и пути их усовершенствования	102
Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И. Взаимодействие каталитической системы Fe/ γ -Al ₂ O ₃ с молекулами-зондами I. Исследование γ -Al ₂ O ₃ и исходной системы Fe/ γ -Al ₂ O ₃	109
Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И. Взаимодействие каталитической системы Fe/ γ -Al ₂ O ₃ с молекулами-зондами II. Исследование носителя γ -Al ₂ O ₃ и системы Fe/ γ -Al ₂ O ₃ после взаимодействия с водородом и аммиаком	120
Доспаев М. М., Баешов А., Жумаканова А.С., Доспаев Д.М., Сыздыкова Б.Б., Какенов К.С., Есенбаева Г.А. Механизм образования нанодисперсного порошка силиката меди в растворе метасиликата калия	130
Надилов К.С., Черкаев Г.В., Чихонадских Е.А., Маккаевеева Н.А., Садырбаева А.С., Орымбетова Г.Э. Анализ влияния выбросов вредных веществ с отработавшими газами судовых двухтопливных двс на окружающую среду и здоровье населения.....	138
Хусаин Б.Х., Винникова К.К., Сасс А.С., Рахметова К.С., Кензин Н.Р. Аэродинамическое моделирование прохождения выбросов в процессе нейтрализации.....	150
Утегенова Л.А., Нурлыбекова А.К., Хажиакбер Аиса, Жеңіс Ж. Исследование жирорастворимого состава рябчика Бледноцветного.....	156

CONTENTS

<i>Tungatarova S.A., Xanthopoulou G., Kaumenova G.N., Zhumabek M., Baizhumanova T.S., Grigorieva V.P., Komashko L.V., Begimova G.U.</i> Development of composite materials by combustion synthesis method for catalytic reforming of methane to synthesis gas.....	6
<i>Dueck Johann, Tatayeva R., Baymanova A., Bakeshova Zh., Kapsalyamov B.</i> Biological treatment of waste water: theoretical background and experimental research.....	16
<i>Orymbetova G.E., Conficoni D., Kassymova M.K., Kobzhasarova Z.I., Orymbetov E.M., Shambulova G.D.</i> Risk assessment of lead in milk and dairy products	23
<i>Talगतov. E.T., Auyezkhanova A.S., Tumabayev N.Z., Akhmetova S.N., Seitkaliyeva K.S., Begmat Y.A., Zharmagambetova A.K.</i> Polymer-palladium catalysts on magnetic support for hydrogenation of phenylacetylene.....	29
<i>Ermagambet B.T., Remnev G.E., Martemyanov S.M., Bukharkin A.A., Kasenova Zh.M., Nurgaliyev N.U.</i> Dielectric properties of the coals of Maykuben and Ekibastuz basins.....	38
<i>Beisenbayev A.R., Zhabayeva A.N., Suntsova L.P., Dushkin A.V., Adekenov S.M.</i> Synthesis and study of pinostrobin oxime supramolecular complexes.....	46
<i>Jadhav A. S., Mohanraj G. T., Mayadevi S., Gokarn A. N.</i> Rapid method for determination of nano surface area of arecanut shell derived activated carbon by iodine adsorption number.....	53
<i>Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Issayeva A.Zh., Seilkhanov T.M., Zhivotova T.S., Shulgau Z.T., Kozhina Zh.M.</i> Complexes of inclusion of functionally-substituted hydrasons of isonicotic acid with cyclodextrines and their antiradical activity.....	57
<i>Yermagambet B.T., Nurgaliyev N.U., Abylgazina L.D., Maslov N.A., Kasenova Zh.M., Kasenov B.K.</i> Methods for extraction of valuable components from ash-and-slag coal wastes.....	67
<i>Shomanova Zh.K., Safarov R.Z., Zhumakanova A.S., Nosenko Yu.G., Zhanibekova A.T., Shapekova N.L., Lorant D.</i> Electron microscopy surface study of catalysts based on ferroalloy production waste.....	79
<i>Bayeshov A., Gaipov T.E., Bayeshova A.K., Kolesnikov A.V.</i> Synthesis of nano- and ultradisperse copper powders by cementation of copper (II) ions by three-valent titanium ions.....	87
<i>Bayeshov A.B., Myrzabekov B.E., Kolesnikov A.V.</i> Patterns of formation of dispersed copper powders in the body of electrolyte during the use of copper anode in sulfuric acid solution along with titanium (IV) ions.....	96
<i>Chyrkun D.I., Leudanski A.E., Golubev V.G., Sarsenbekuly D., Kumisbekov S.A.</i> Analysis of industrial drum mills' operation and ways of their improvement.....	102
<i>Brodskiy A.R., Grigor'eva V.P., Komashko L.V., Nurmakanov Y.Y., Chanysheva I.S., Shapovalov A.A., Shlygina I.A., Yaskevich V.I.</i> Interaction of the Fe/ γ -Al ₂ O ₃ catalytic system with probe molecules I. Research of the γ -Al ₂ O ₃ and the Fe/ γ -Al ₂ O ₃ initial system	109
<i>Brodskiy A.R., Grigor'eva V.P., Komashko L.V., Nurmakanov Y.Y., Chanysheva I.S., Shapovalov A.A., Shlygina I.A., Yaskevich V.I.</i> Interaction of the catalytic Fe/ γ -Al ₂ O ₃ system with probe molecules II. Study OF γ -Al ₂ O ₃ support and Fe/ γ -Al ₂ O ₃ system after interaction with hydrogen and ammonia.....	120
<i>Dospaev M.M., Bayeshov A., Zhumakanova A.S., Dospaev D.M., Syzdykova B.B., Kakenov K.S., Esenbaeva G.A.</i> Mechanism of forming nanodisperse copper silicate powder during anodic polzrization of copper electrode in potassium silicate solution.	130
<i>Nadirov K.S., Cherkaev G.V., Chikhonadskikh E.A., Makkaveeva N.A., Sadyrbaeva A.S., Orymbetova G.E.</i> Analysis of influence of emissions of harmful substances with exhaust gases of marine dual fuel internal combustion engine on the environment and human health.....	138
<i>Khusain B.Kh., Vinnikova K.K., Sass A.S., Rakhmetova K.S., Kenzin N.R.</i> Aerodynamic modeling of emissions passage in the neutralization process.....	150
<i>Utegenova L.A., Nurlybekova A.K., Hajiakber Aisa, Jenis J.</i> Liposoluble constituents of <i>Fritillaria pallidiflora</i>	156

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://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

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

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев, Аленов Д.С.*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 05.12.2018.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
9,8 п.л. Тираж 300. Заказ 6.