

ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

2024 • 3



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ  
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

# БАЯНДАМАЛАРЫ

## ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

## REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**PUBLISHED SINCE JANUARY 1944**

ALMATY, NAS RK

**Б А С Р Е Д А К Т О Р :**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

**РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:**

**РАМАЗАНОВ Тілекқабил Сәбитұлы**, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

**РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы**, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы**, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

**ӘБИЕВ Руфат**, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

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

**ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович**, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 1

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

**КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**QUEVEDO Hernando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖҮСҮПОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меніңктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № КЗ93 ВРҰ00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович**, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

**РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич**, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович**, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

**АБНЕВ Руфат**, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

**ЦЕЛЕТКИН Игорь Александрович**, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖУСУПОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстано-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

**Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан**

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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 № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

## EDITOR IN CHIEF:

**BENBERIN Valery Vasilievich**, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

## EDITORIAL BOARD:

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

**RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

**SANG-SOO Kwak**, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

**BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

**ABIYEV Rufat**, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

**LOKSHIN Vyacheslav Notanovich**, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

**SEMENOV Vladimir Grigorievich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

**TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

**MALM Anna**, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

**BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich**, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC  
OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 3. Number 351 (2024), 70–82

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.298>

ӨОЖ (удк) 661.846:66.082

ҒТАХР (МРНТИ) 61.29.39

© **A. Auyeshov<sup>1</sup>, K. Arynov<sup>2</sup>, A. Dikanbayeva<sup>1\*</sup>, A. Tasboltayeva<sup>1</sup>**, 2024

<sup>1</sup>Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Institute of Innovative Research and Technology, Almaty, Kazakhstan.

E - mail: [dikanbaeva86@mail.ru](mailto:dikanbaeva86@mail.ru)

## INTERACTION OF SERPENTINITE FROM THE ZHITIKARA DEPOSIT WITH STOICHIOMETRIC AMOUNT OF SULFURIC ACID

**A. Auyeshov** – Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Head of the SRL “Applied Chemistry” Shymkent, Kazakhstan, E-mail: [centersapa@mail.ru](mailto:centersapa@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3504-9117>;

**K. Arynov** – Senior researcher at the Institute of Innovative Research and Technology, Almaty, Kazakhstan, E-mail: [i\\_technology@mail.ru](mailto:i_technology@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1440-8248>;

**A. Dikanbayeva** – Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, employee of the SRL “Applied Chemistry” Shymkent, Kazakhstan,

E-mail: [dikanbaeva86@mail.ru](mailto:dikanbaeva86@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9859-5545>;

**A. Tasboltayeva** – Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, «SBM» TRLEP specialist senior level employee, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: [Akmarzhan\\_87@mail.ru](mailto:Akmarzhan_87@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0009-9011-1313>

**Abstract.** The interaction of a representative of the serpentine group of minerals, chrysotile and sulfuric acid, has been studied. Using the results of chemical and X-ray phase analyses of the products of the interaction of chrysotile asbestos (grades A-4-20) with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solutions containing from 0.1 to 1.0 HC H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, calculated relative to the molar content of magnesium in chrysotile, it is shown that the degree of transition of magnesium ions into solution depends on the amorphous silicate layers formed on the surface of fibers arising in during the dissolution of chrysotile asbestos in acid. The yield of the maximum amount of Mg<sup>2+</sup> passing into solution does not exceed 70% with a ratio of the amount of acid (CHA H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and the amount of magnesium in chrysotile asbestos (1:1).

**Keywords:** chrysotile, sulfuric acid, stoichiometric required amount, magnesium, silicon.

© А. Ауешов<sup>1</sup>, К. Арынов<sup>2</sup>, А. Диканбаева<sup>1\*</sup>, А. Тасболтаева<sup>1</sup> 2024.

<sup>1</sup>Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,

Шымкент, Қазақстан;

<sup>2</sup>Инновациялық зерттеулер және технология институты, Алматы, Қазақстан.

E - mail: dikanbaeva86@mail.ru

## **«ЖІТІҚАРА» КЕНОРНЫНЫҢ СЕРПЕНТИНИТІНІҢ КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ СТЕХИОМЕТРИЯЛЫҚ МӨЛШЕРІМЕН ӘРЕКЕТТЕСУІ**

**Ауешов А.П.** – Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, «Қолданбалы химия» ҒЗЗ меңгерушісі, Шымкент, Қазақстан, E-mail: centersapa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3504-9117>;

**Арынов К.Т.** - Инновациялық зерттеулер және технология институты бас ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан, E-mail: i\_technology@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1440-8248>;

**Диканбаева А.К.** – Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, «Қолданбалы химия» ҒЗЗ қызметкері, Шымкент, Қазақстан, E-mail: dikanbaeva86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9859-5545>;

**Тасболтаева А.М.** – Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, «КБМ» ИБСАЗ жоғары білікті маман, Шымкент, Қазақстан, E-mail: Akmarzhan\_87@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9011-1313>.

**Аннотация.** Серпентинит минералдар тобының өкілі – хризотил мен күкірт қышқылының арасындағы өзара әрекеттесулері зерттелді. Хризотил құрамындағы магнийдің мөлшеріне (моль) қатысты есептелген күкірт қышқылының стехиометриялық қажетті мөлшері (СҚМ  $H_2SO_4$ ) бар, (0,1-1,0) СҚМ  $H_2SO_4$  аралығындағы ерітінділермен хризотил-асбестің (ХА) (А-4-20 маркалы) арасында жүретін өзара әрекеттесулер, реакциялар өнімдерін химиялық және рентгенофазалық талдаулардың нәтижелерін қолданумен талқыланды. Алынған мәліметтер бойынша, өңдеуге алынған күкірт қышқылының СҚМ (0,1-0,3) аралығында ерітіндіге өтетін  $Mg^{2+}$  мөлшері қышқыл концентрациясының мөлшеріне пропорционал, (0,4-1,0) аралығында пропорционал тәуелдік сақталмайтындығы анықталды. Күкірт қышқылының СҚМ (0,1-0,3) аралығындағы  $Mg^{2+}$  мөлшерінің алынған қышқыл мөлшеріне қатысты эквивалентті түрде ерітіндіге өтуі хризотил құрылымындағы бруситтің қабаттағы магний мөлшерінің (1/3 бөлігімен) еруімен түсіндірілді. Хризотил-асбест және күкірт қышқылы арасында жүретін стехиометриялық мөлшерлік әрекеттесуінің зерттеу нәтижелері магнийдің ерітіндіге өту дәрежесінің еру үрдісі барысында, талшық бет қабаттарында пайда болатын поликремний қышқылдарының бірігуінен туындайтын аморфты қабаттардың түзілуіне байланысты болатындығы ерімейтін қалдықтарды рентгенофазалық зерттеулермен көрсетілді. Алынатын қышқыл мөлшері (СҚМ  $H_2SO_4$ ) мен хризотил-асбест құрамында магний мөлшерінің қатынасы (1:1) болғанда, ерітіндіге өтетін  $Mg^{2+}$ -дің максималды мөлшерінің шығымы 70%-дан аспайды.

**Түйін сөздер:** хризотил, күкірт қышқылы, стехиометриялық қажетті мөлшер, магний, кремний.

© А. Ауешов<sup>1</sup>, К. Арынов<sup>2</sup>, А. Диканбаева<sup>1\*</sup>, А. Тасболтаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский университет им. Мухтара Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан;

<sup>2</sup>Институт инновационных исследований и технологии, Алматы, Казахстан.  
E - mail: dikanbaeva86@mail.ru

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕРПЕНТИНИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЖИТИКАРА» СО СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИМ КОЛИЧЕСТВОМ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

**Ауешов А.П.** – Южно-Казахстанский университет им. Мухтара Ауэзова, заведующий НИЛ «Прикладная химия», Шымкент, Казахстан, E-mail: centersapa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3504-9117>;

**Арынов К.Т.** – Старший научный сотрудник института инновационных исследований и технологии, Алматы, Казахстан

E-mail: i\_technology@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1440-8248>;

**Диканбаева А.К.** – Южно-Казахстанский университет им. Мухтара Ауэзова, сотрудник НИЛ «Прикладная химия», Шымкент, Казахстан, E-mail: dikanbaeva86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9859-5545>;

**Тасболтаева А.М.** – Южно-Казахстанский университет им. Мухтара Ауэзова, «КБМ» ИРЛИП специалист ВУК, Шымкент, Казахстан, E-mail: Akmarzhan\_87@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9011-1313>.

**Аннотация.** Исследовано взаимодействие представителя группы минералов серпентина – хризотила и серной кислоты. С применением результатов химического и рентгенофазового анализов продуктов взаимодействия хризотил-асбеста (марки А-4-20) с растворами  $H_2SO_4$ , содержащими от 0,1 до 1,0 СНК  $H_2SO_4$ , рассчитанных относительно мольного содержания магния в хризотиле показано, что степень перехода ионов магния в раствор зависит от образующихся аморфных силикатных слоев на поверхности волокон, возникающих в ходе растворения хризотил-асбеста в кислоте. По результатам исследования выявлено, что пропорциональность извлеченного количества  $Mg^{2+}$  в раствор при использовании концентрации серной кислоты (0,1–0,3) СНК связана с растворением бруситового слоя структурного сагроения кристаллической решетки хризотила, где находятся 1/3 часть магния от общего его содержания в минерале. Выход максимального количества  $Mg^{2+}$ , переходящего в раствор, не превышает 70% при соотношении количества кислоты (СНК  $H_2SO_4$ ) и количества магния в хризотил-асбесте (1:1).

**Ключевые слова:** хризотил, серная кислота, стехиометрическое необходимое количество, магний, кремний.

### Кіріспе

Соңғы кездерде қабатты құрылысы бар магний силикаттары (серпентиниттер) мен минералды қышқылдар арасындағы өзара әрекеттесулерді

зерттеу барысындағы жұмыстардың саны көбейіп келеді. Себебі, серпентиниттер құрамы магний мен кремнеземге бай (мас.% MgO 43-ке дейін, SiO<sub>2</sub> 45-ке дейін) минералдар. Жалпы, серпентиниттерді химиялық-технологиялық тұрғыдан зерттеулерді, қойылған мақсаттары бойынша, оларды «экологиялық» және «технологиялық» тұрғыдағы бағыттар деп қарастыруға да болады. Өзектілігі бойынша, екі бағыт та маңызды, біріншісі қоршаған ортаны қорғау тұрғысында, екіншісі табиғи хризотил-асбест шикізатын кешенді қайтаөңдеуде, яғни табиғи шикізатты рационалды пайдалану тұрғысынан болады. Серпентиниттерді өндіріс орындарында (электростанция, металлургиялық, цемент зауыттары және т.с.с) пайда болатын CO<sub>2</sub> газын ұстауда пайдалану мүмкіндігі, серпентинит суспензияларын (В.В. Велинский және т.б., 1995; A. Cavallo, 2018; L. Díaz және т.б. 2007) карбондау реакцияларына негізделген. Жүретін әрекеттесулер нәтижесінде серпентинит құрамындағы магний иондары CO<sub>2</sub> газын термодинамикалық тұрақты магний карбонатына айналдырады. Екінші бағыттағы зерттеулерді жүргізудің басты себебіне, серпентиниттермен және олардан тұратын хризотил-асбест өндірісінің қалдықтарындағы пайдалы магний тотығы (32-43%), кремнезем (35-40%) және басқа металлдардың (Fe, Ni, Cr, Mn, Al және т.б.) болуы және оларды бөліп алу мақсатын жатқызуға болады.

Осы бағыттағы зерттеулер, сонымен қатар, серпентиниттік табиғи шикізатты кешенді қайтаөңдеудің технологияларын жасауды да мақсат тұтады. Бұл жағдайда, жоғары магнийлі асбест шикізатын рационалды пайдалану, магнийдің пайдалы қосылыстарын алу мүмкіндіктері мен оның экологиялық мазмұны қатар ескеріліп отырады. Өндіріс барысында хризотил-асбесті байыту үрдісінде түзілетін, құрамында 1,0%-ға дейін хризотил-асбесті бар шаңтәріздес қалдықтарды утилизациялау жолдарын іздестіру қажеттілігі болған кезде, зерттеулердің экологиялық маңыздылығы арта түседі. Бұл бағыттағы зерттеулердің басым көпшілігі магнийлі силикаттардан тұратын қалдықтарды қышқылдық өңдеу әдістеріне арналған деуге болады. Оларға серпентиниттік шикізаттан металды магнийді (M. Maroto-Valer және т.б. 2005), магний тұздарын (R. Zevenhoven және т.б. 2002; В.П. Петров 1978), магнийдің гидроксидін (А.В. Пенский және т.б. 2005; В.А. Козлов және т.б. 2015), магний оксиді (К. Yoo және т.б. 2009) және кремнезем (А. Fedoročková және т.б. 2012; L. Gladikova және т.б. 2008) алуға бағытталған көптеген зерттеулерді жатқызуға болады. Алайда, осы тұрғыдағы әдістердің өзегі болып табылатын H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> иондары мен серпентиниттер [Mg<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>8</sub>] арасындағы өзара әрекеттесулер бойынша зерттеулердің көптігіне және әртүрлі жоспарлармен жүргізілгеніне қарамастан, әзірге технологиялық және экономикалық тұрғылардан қолданысқа жарамды нәтиже бере қоймағанын атап өтуге болады. Бұл жағдай, өз кезегінде осы тақырыптағы зерттеулердің әлі де болса өзекті болып отырғанын айғақтайды.

Жалпы, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> иондары мен құрылымы қабатты болып келетін серпентиниттің өзара әрекеттесуі гетерогенді ортада жүретін үрдіс, көп



қабатты магнийлі силикаттан магнийдің қышқыл ерітіндісіне өту механизмі мен кинетикасы күрделі сипатқа ие. Осыған байланысты, серпентиниттің қышқылда еру барысында орын алатын химиялық үрдістерге қатысты көзқарастарда қарама-қайшылықтар (M.F.R. Fouda және т.б. 1996; S. Teig және т.б. 2007) кездесіп отырады, әсіресе қолданған қышқыл концентрациясына қатысты серпентиниттен магнийдің ерітіндіге шаймалану дәрежесі бойынша, оның температуралық тәуелділігі және т.б. Бұл бағыттағы зерттеулер мен мәселелер бойынша Жітіқара кенорнының серпентиниттері әлі толық зерттелмеген деуге болады.

Бұл мақалада, жергілікті (Жітіқара кен орнының) серпентиниті мен күкірт қышқылы арасындағы мөлшерлік (мөлдік) өзара әрекеттесулерін зерттеу нәтижелері ұсынылып отыр, яғни серпентинит құрамындағы магний мөлшеріне қатысты алынған күкірт қышқылының стехиометриялық қажетті мөлшерінің, магнийдің ерітіндіге өту дәрежесіне әсері мен серпентиниттің қышқылда ерімейтін бөлігінде орын алатын физика-химиялық өзгерістері зерттелді.

### Материалдар және негізгі әдістер

Зерттеуге, серпентинит тобы минералдарының ішінде ең көп қолданысқа ие болған, көп қабатты құрылымы бар магний силикаты  $[Mg_3Si_2O_5(OH)_4]$ , «Қостанай минералдары» АҚ-да өндірілетін А-4-20 маркалы хризотил-асбест алынды.

Хризотил-асбестің (ХА) 20,0 г ұсақталып, еленіп, тәжірибеге өлшемі  $\leq 0,14$  мм дейінгі фракциясының 10,0 г өлшеніп алынған үлгілері қолданылды. ХА-тің (А-4-20 маркалы) анықталған құрамы 1-кестеде келтірілген. Құрамында: Mg – 26,42%; Si – 18,65%; Fe – 2,73% бар ХА-тің 10 грамында магнийдің мөлшері 2,642 г немесе 0,11 моль, темірдің мөлшері 0,0049 моль. ХА-тің құрамындағы Mg мөлшері, темір мөлшерінен 22,45 есеге көп болғандықтан, жүретін реакцияларға қатысты қышқыл мөлшерінің есебінде Fe мөлшері есепке алынбады. Қышқылдың стехиометриялық қажетті мөлшері (СҚМ  $H_2SO_4$ ) келесі реакция теңдеуі бойынша есептелінді:



СҚМ  $H_2SO_4$  ерітінділері 92%-дық  $H_2SO_4$ , маркасы «х.т.» реактивінен дайындалды. Көлемі 200 мл, құрамында күкірт қышқылының СҚМ  $H_2SO_4$  мөлшері бар ерітінділері төмендегі теңдеулер бойынша есептелінді:

$$m = C \cdot M_r \cdot V \cdot 100/92 = C \cdot 21,304 \quad (2)$$

$$V = m/d = C \cdot 21,304/d \quad (3)$$

Мұнда:  $m$  – белгілі бір молярлы концентрациялы ерітінді дайындауға алынатын 92%  $H_2SO_4$ , г;  $C$  – молярлық концентрация, моль/л;  $M_r$  – молярлық

масса, г/моль; V – ерітінді көлемі, л; d – 92%-дық H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> тығыздығы, г/мл. ХА-ті ерітуге шығындалатын H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> мөлшері (моль):

$$n_{\text{шығын}} = n_{\text{баст.}} - n_{\text{соңғы}} \quad (4)$$

тендеуімен, ал %-дық өлшемдегісі:

$$H_2SO_{4\text{шығын}} (\%) = n_{\text{шығын}} - 100/n_{\text{баст.}} \quad (5)$$

тендеуімен анықталады.

Тәжірибеде (10 г ХА) үлгілері бөлек-бөлек 118 мл сулы ерітінділер түрінде, концентрациялары: 0-1,0 СКМ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> аралығында 0,1 СКМ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> айырмашылық қадамымен дайындалып қолданылды. Тәжірибелер 95-100°C шамасында, 10 минут кезеңінде кері мұздатқышпен қамтамасыз етілген Эрленмейер колбасында жүргізілді. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> пен ХА-тің қоспасының суспензиясы 350 айн/мин жылдамдығында араластырылып, соңында бірден (көк сүзгі) сүзгіленді. Бөлініп алынған сұйықтық пен ерімеген қалдық, алдын-ала дайындықтан (105°C кептіру) өткізілген соң, JSM-6490LV, JEOL (Жапония), JNCA Energy 350 энергодисперсиялық микроталдағышы бар кешенді қондырғысында элементтік талдауға жіберіліп отырды. Реакцияның орташа қышқылдылығы И-160 МИ иономерімен өлшенді.

### Нәтижелер

Хризотил-асбестің химиялық құрамы Mg<sub>6</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub> формуласымен сипатталады, құрамындағы (салм. %): MgO – 43,6; SiO<sub>2</sub> – 43,5; H<sub>2</sub>O – 13,4, тауарлы хризотил-асбест құрамында аздап басқа да қоспа элементтер болады.

1- кесте – А-4-20 маркалы ХА-тің элементтік құрамы

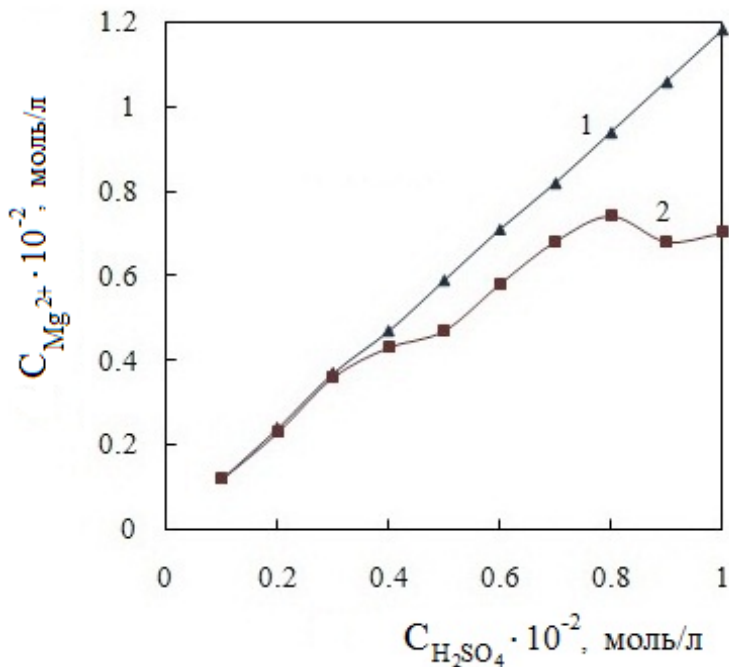
Элемент	Mg	Si	Fe	O
Мөлшері, %	26,70	18,20	2,63	52,46

Хризотил-асбестің құрылымының (Н.В. Белов, 1976) талдауы, оның минералдық субпараллелді агрегаттар түзілімдерінен тұратын және оңай талшықтанатын диаметрі 30-36 нм құрайтын қабаттардан тұратынын көрсетеді.

Қазіргі кездегі жалпылама қабылданған хризотилдің идеалды құрылымы (E.J. Whittaker, 1963) бойынша, олар каолинтәріздес бүктемелі қабаттардан тұрады. Ал әрбір қабат, өз кезегінде екі элементарлы тордан – бірі кремний-оттектік байланысқан тетраэдрлік тордан, екіншісі октаэдрлік бруситтәріздес болып келеді, екеуі тетраэдрлік-октаэдрлік (1:1) қос қабатты жұптардан тұратын қабаттар түзеді. Нәтижеде, бір-біріне қабаттасқан бүктемелі қабаттардың сериясы пайда болады. ХА-тің әрбір элементті талшығы

бірнеше қабаттан тұратын түтікшелерден тұрады, көп жағдайда түтікшелерді құрайтын қабаттар саны энергетикалық шектеулерге байланысты тоғыздан аспайды (Н.О. Зулумян және т.б. 2013).

Осындай сипаттамадағы ХА пен  $H_2SO_4$  өзара әрекеттескенде, серпентинитті тетраэдрлік-октаэдрлік (1:1) құрылымынан бірінші октаэдрлік бруситтік  $[Mg(OH)_2]$  қабаты  $H_3O^+$  иондарының эквивалентті мөлшерімен әрекеттесу арқылы ериді деп болжауға болады. Себебі, хризотилдің құрылымдық структурасынан, бруситтік торда жалпы магнийдің  $1/3$  бөлігі  $Mg(OH)_2$  түрінде, ал ішкі тетраэдрлік торда  $(MgOH)_2$  түрде  $2/3$  бөлігі орналасқанын байқауға болады. Құрылымдық тұрғыдан оларды  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4 \rightarrow Mg(OH)_2 - (MgOH)_2 - Si_2O_5$  түрінде елестетуге болады. Тәжірибелік мәліметтер бойынша (1-сурет), ерітуге алынған еріткіштегі  $H_2SO_4$  СҚМ-не қатысты, ерітіндіге өтетін магний мөлшерінің ( $Mg^{2+}$ , моль) тәуелділік сызығы да осыны меңзейді. Суретте тәуелділік сызығы, магнийдің (1 теңдеумен) есептелген теориялық шығымымен (1 сызық) салыстыра берілген.



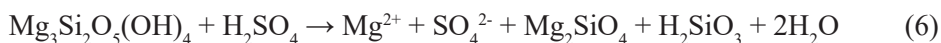
1-сурет. Хризотил-асбесті (10 г)  $H_2SO_4$ -н (0,1-1,0) СҚМ –і бар ерітінділермен өндегенде ( $\tau=10$  минут,  $t=95-100^\circ C$ ) ерітіндіге өтетін  $Mg^{2+}$  (моль) мөлшері: 1 – теориялық есебі бойынша, 2 – іс-жүзінде

Бұл мәліметтерден (1-сурет) байқайтынымыз, өндеуге (0,1-0,3) аралығындағы күкірт қышқылының СҚМ-гі концентрациясындағы ерітінділерді қолданғанда, ХА-тен ерітіндіге өтетін  $Mg^{2+}$  (моль) мөлшері

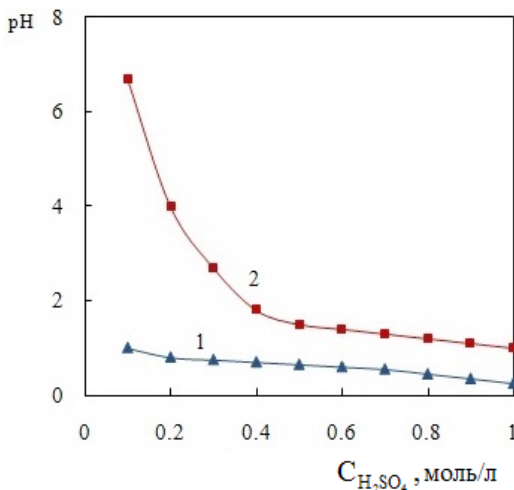
қышқылға қатысты эквивалентті мөлшерде бөлінетінін көруге болады. Ары қарай, қышқыл концентрациясын 0,4-1,0 СҚМ-ге көбейткенде магнийдің ерітіндіге өту дәрежесі теориялық есептелген мөлшерден ауытқулар болатынын байқаймыз. Алғашқы ауытқу (0,4-0,5) СҚМ-де басталып, (0,5-0,8) аралығында магний ( $Mg^{2+}$ , моль) шығымы 65-70% құраса, (0,9-1,0) СҚМ  $H_2SO_4$  аралығындағы максималды шығымы (ХА-тің бастапқы құрамындағы магний мөлшерінің) осы мәндерден аспайды.

Тәжірибелік мәліметтерді талдау барысында, ХА пен  $H_3O^+$  өзара әрекеттесуі, төмендегі реакциялар схемасы түрінде жүреді деп болжауға болады:

Сатылы түрде:

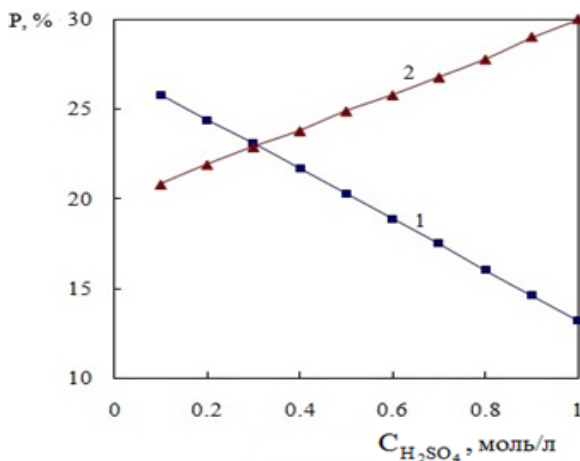


Әрекеттесудің бастапқы кезеңінде, ХА-тің құрылымындағы бруситтік қабаттан магнийдің 1/3 бөлігі (оңай еритін бөлігі)  $H_3O^+$  әсерінен ерітіндіге өтеді, бұл кезде пайда болатын силикат иондары  $H_3O^+$  иондарының хризотил қабаттарына диффузиялануына кедергі келтіруіне жеткіліксіз болуы мүмкін. Күкірт қышқылы концентрациясына (0,4-0,5) СҚМ қатысты ерітіндіге өтетін магний мөлшерінің артуымен қабаттаса түзілетін силикат иондарының да концентрациялары да жүйеде арта түседі. Түзілетін  $H_2SiO_3$  қышқылдық ортада ассоциациялануға бейім болғандықтан, түзілген поликремний қышқылдары бірігіп, тұтқырлығы жоғары коллоидты ерітінділер пайда болады. ХА талшықтарының беткі жақтарында оларды бүркемелейтін қабаттар пайда бола бастайды. Бұл жағдай, өз кезегінде ХА-тің қышқылдағы еру кинетикасына әсер етеді, яғни магнийдің ерітіндіге өтуін тежей бастайды. Сонымен қатар, қышқылдың белгілі бір бөлігі әлсіз кремний қышқылдарының түзілуіне жұмсалады. Мұны, күкірт қышқылы (0,1-1,0) СҚМ мен хризотил-асбест өзара әрекеттесулеріне алынған ерітінділерінің бастапқы рН-мен әрекеттесуден кейінгі рН шамаларымен салыстырудан және оның өзгеру қисығынан байқауға болады (2-сурет). Күкірт қышқылы мөлшері 0,4 СҚМ мөлшерінен бастап, сонан кейінгі (0,5-1,0) СҚМ аралықта да, әрекеттесуден кейін, жүйеде (ортада) қалатын бос  $H_3O^+$  иондарының мөлшері тұрақты түрде өзгермейді және оның шамасы қышқылдың бастапқы мөлшерінің 30-35% төңірегінде болады.

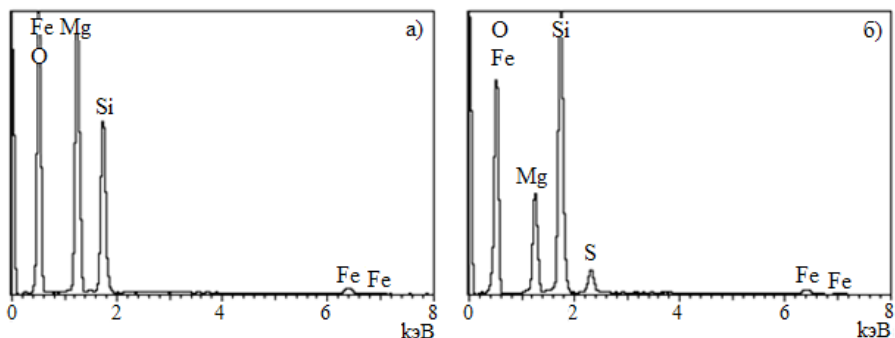


2-сурет. Бастапқы ерітіндідегі қышқылдың (0,1-1,0) СКМ  $H_2SO_4$  болған кездердегі pH мәндері (1) және олардың бірдей жағдайда ХА-пен әрекеттесулерінен кейінгі ерітінділеріндегі pH-тың өзгерісі (2),  $\tau=10$  минут,  $t=95-100^\circ C$

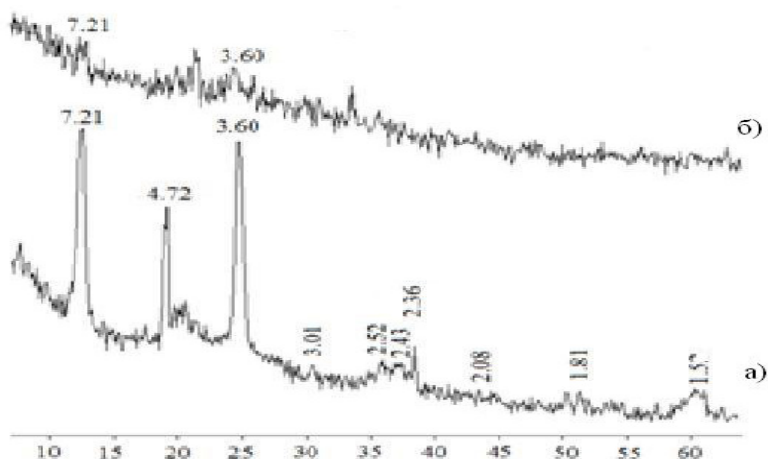
Байқалған бұл жағдай, ХА пен  $H_2SO_4$  өзара әрекеттесулері (6-7) схемаларда көрсетілген реакциялар сипатында жүретіндігін көрсетеді. Жүйедегі бос  $H_3O^+$  иондарының пайда болуын, қышқыл иондарының ішкі тетраэдрлік қабаттағы  $Mg(OH)_2$  түріндегі магнийге талшық беттерінде поликремнийлі қышқылдарынан тұратын қабатшалардың түзілуіне байланысты  $H_3O^+$  иондарының диффузиялану жылдамдығының төмендеуімен түсіндіруге болады.



3-сурет. Хризотил-асбест пен  $H_2SO_4$  өзара әрекеттесулерінің ерімейтін қалдығында магний (1) және кремний (2) концентрациясының өзгеруі: 10 г хризотил-асбесті (Mg-0,11 M)/  $H_2SO_4$  (0,1-1,0 моль/л) стехиометриялық қажетті мөлшер,  $\tau = 10$  мин,  $t = 90^\circ C$



Сурет-4. Бастапқы хризотил-асбестің (А-4-20 сорты) (а) және хризотил-асбестің ерімейтін қалдығының энергодисперсиялық спектрлері:  $H_2SO_4=1:1$  стехиометриялық қажетті мөлшер (b)



Сурет-5. Хризотил-асбестің рентгенофазалық талдауының нәтижелері: а) бастапқы; б) хризотил-асбестті күкірт қышқылымен өңдегеннен кейін ( $C_{H_2SO_4} = 0,7$  моль/л, СКМ 0,7 бөлігі)

ХА-тің қышқылмен әрекеттесуі талшықты түзетін түтікшелердің сыртқы қабаттарымен басталып, ары қарай келесі қабаттармен кезекті түрде біртіндеп көшетін сияқты. Қышқыл мен ХА әртүрлі мөлшерде алынған кездегі әрекеттесулерден кейінгі қалдықтардың Mg мен Si жасалған химиялық талдау нәтижелері (3-сурет) осындай болжамға итермелейді. Қалдықтардағы магний мөлшерінің (ХА-гі Mg мөлшеріне қатысты) бірқалыпты кемуі және Si бірқалыпты өсуі өзара әрекеттесулер кезеңділік пен қабаттылық сипатта жүретіндігіне меңзейді. Мұны, сонымен қатар олардың энергодисперсиялық спектрлерін (ХА пен қалдықтың) салыстыруларынан да байқауға болады (4-сурет). Ал талшық беттерінде аморфты поликремний қышқылдарынан ( $SiO_2 \cdot nH_2O$ ) тұратын қабаттың түзілетіндігі, олардың

дифрактограммаларындағы (5-сурет, бастапқы (а) және қышқылмен өңделген ХА (б)) өзгерістерінде айқын көрінеді.

### Қорытынды

Хризотил-асбест құрамындағы магний мөлшеріне (моль) қатысты, күкірт қышқылының (0,1-1,0) СҚМ аралығында мөлшері бар ерітінділермен хризотил-асбест арасындағы өзара әрекеттесулер барысында, қышқыл мөлшеріне қатысты ерітіндіге өтетін  $Mg^{2+}$  (моль) эквиваленттілік мөлшерінің заңдылықтары ХА ( $Mg^{2+}$ , моль): $H_2SO_4$ (моль)=1:(0,1-0,3) СҚМ аралығында орындалады. Қолданылатын ерітіндідегі қышқыл (СҚМ  $H_2SO_4$ ) концентрациясы ары қарай жоғарылағанда, ерітіндіге өтетін  $Mg^{2+}$  (моль) мөлшері, хризотил талшықтарының беттерінде поликремний қышқылдардан тұратын қабатшалар түзілуіне байланысты, теориялық есептелген мәндерден ауытқып, кеми түседі. Магний, қышқыл ерітіндісінде хризотил-асбест құрылымындағы түтікті қабаттардан  $H_3O^+$  иондарының қатысуымен кезеңдік-қабаттық сипаттағы әрекеттесулер нәтижесінде ериді. Қышқыл концентрациясының (0,1-1,0) СҚМ аралығында ХА құрамындағы магнийдің еруінің максималды шығымы, концентрация – 0,7 СҚМ  $H_2SO_4$  болғанда байқалады.

Бұл зерттеу ҚР ҒБМ ҒК ҒҚ (AP19676952) қаржылық қолдауымен жүзеге асырылды.

### Әдебиеттер

Патент 2038301 РФ, МПК6 C01 F5/06. Способ получения оксида магния // В.В. Велинский, Г.М. Гусев; заявл. 26.06.1991; опубл. 27.06.1995. Бюл. № 24.

Cavallo A. (2018) Serpentinic waste materials from the dimension stone industry: Characterization, possible reuses and critical issues Resour Policy, 59:17-23. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.003>

Díaz L., Torrecillas R. (2007) Porcelain stoneware obtained from the residual muds of serpentinite raw materials // Journal of the European Ceramic Society, 2007:27: 2341–2345. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2006.07.023>

US Patent US 2005/0002847 (publ. 2005). Process for sequestering carbon dioxide and sulphur dioxide // Maroto-Valer M.M., Zhang Y., Kuchta M.E., Andresen J.M., Fauth D.J.; United States, 2005.

Zevenhoven R., Kohlman J. and Mukherjee A.A. (2002). Direct dry Mineral Corbanation for CO2 Emissions Reduction in Finland / R. Zevenhoven, J. Kohlman //Proceedings 27<sup>th</sup> of the International Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems. Clearwater, Florida, P.743-754.

Петров В.П. (1978) Почему асбест волокнистый в КН: Рассказы о трех необычных минералах. Москва, Недра.

Патент 2244044 Российская Федерация, МПК7 C 25 C3/04. Способ получения магния из серпентинита / А.В. Пенский, Н.А. Шундигов, Л.А. Гладикова; заявитель и патентообладатель ОАО «АВИСМА титано-магниевый комбинат»; заявл. 16.12.2003; опубл. 10.01.2005. Бюл. № 1.

Патент 29779 Республика Казахстан. Способ комплексной переработки отходов хризотил-асбестового производства / В.А. Козлов, О.С. Байгенженов, К.К. Жусупов, В.В. Шевелев; заявитель и патентообладатель РГП на ПХВ «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан»; заявл. 14.03.2014; опубл. 15.04.2015, бюл. №4.

Yoo K., Kim B.S., Kim M.S., Lee J.C., Jeong J. (2009) Dissolution of magnesium from serpentine mineral in sulfuric acid solution. *Materials Transactions*, 50(5):1225-1230. <http://dx.doi.org/10.2320/matertrans.M2009019>

Fedorocková A., Hreus M., Raschman P., Sučík, G. (2012) Dissolution of magnesium from calcined serpentinite in hydrochloric acid. *Minerals Engineering*, 32:1-4. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2012.03.006>

Gladikova L., Teterin V., Freidlina R. (2008) Production of magnesium oxide from solutions formed by acid processing of serpentinite. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 81(5):889-891. <https://doi.org/10.1134/S1070427208050339>

Fouda M.F.R., Amin R.E.-S., Abd-Elzaher M.M. (1996) Extraction of magnesia from Egyptian serpentine ore via reaction with different acids. I. Reaction with sulfuric acid. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 69(7):1907-1912. <http://dx.doi.org/10.1246/bcsj.69.1907>

Teir S., Revitzer H., Eloneva S., Fogelholm C.J., Zevenhoven R. (2007) Dissolution of natural serpentinite in mineral and organic acids. *International Journal of Mineral Processing*, 183:36-46. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.06.023>

Белов Н.В. (1976) Очерки по структурной минералогии. Москва, Недра.

Whittaker E.J. (1963) Chrysotile Fibers – Filled or Hollow Tubes. *Chemical and Engineering News*, 30:34-35.

Зулумян Н.О., Папахян Л.Р., Терзян А.М., Бегларян А.А., Исаакян А.Р. (2013) Структурные особенности силикатных сеток серпентинов. Теоретические основы химической технологии, 47:2:235-240.

## References

Patent 2038301 RF, МПК6 C 01 F5/06. Method for obtaining magnesium oxide / V.V. Velinsky, G.M. Gusev; application 26.06.1991; publ. 27.06.1995. Byul. No. 24. (in Russ.)

Cavallo A. (2018) Serpentinic waste materials from the dimension stone industry: Characterization, possible reuses and critical issues *ResourPolicy*, 59:17-23. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.003> (in Eng.)

Díaz L., Torrecillas R. (2007) Porcelain stoneware obtained from the residual muds of serpentinite raw materials // *Journal of the European Ceramic Society*, 2007:27: 2341–2345. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2006.07.023> (in Eng.)

US Patent US2005/0002847 (publ. 2005). Process for sequestering carbon dioxide and sulphur dioxide / Maroto-Valer M.M., Zhang Y., Kuchta M.E., Andresen J.M., Fauth D.J.; United States, 2005. (in Eng.)

Zevenhoven R., Kohlman J. and Mukherjee A.A. (2002). Proceedings 27<sup>th</sup> of the International Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems. Clearwater, Florida, P.743-754. (in Eng.)

Petrov V.P. (1978) Why asbestos is fibrous in the book: Stories about three unusual minerals. Moscow, Nedra. (in Russ.)

Patent 2244044 Russian Federation, МПК7 C 25 C3/04. Method for obtaining magnesium from serpentinite / A.V. Pensky, N.A. Shundikov, L.A. Gladikova; applicant and patent holder of JSC AVISMA Titanium-Magnesium Combine; application. 12/16/2003; publ. 10.01.2005. Byul. No. 1. (in Russ.)

Patent 29779 Republic of Kazakhstan. Method of complex processing of chrysotile-asbestos production waste / V.A. Kozlov, O.S. Baigenzhenov, K.K. Zhusupov, V.V. Shevelev; applicant and patent holder of the RSE for PCB "National Center for Integrated Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan"; application. 03/14/2014; pub. 04/15/2015, bul. No.4. (in Russ.)

Yoo K., Kim B.S., Kim M.S., Lee J.C., Jeong J. (2009) Dissolution of magnesium from serpentine mineral in sulfuric acid solution. *Materials Transactions*, 50(5):1225-1230. <http://dx.doi.org/10.2320/matertrans.M2009019> (in Eng.)

Fedorocková A., Hreus M., Raschman P., Sučík, G. (2012) Dissolution of magnesium from calcined serpentinite in hydrochloric acid. *Minerals Engineering*, 32:1-4. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2012.03.006> (in Eng.)



Gladikova L., Teterin V., Freidlina R. (2008) Production of magnesium oxide from solutions formed by acid processing of serpentinite. Russian Journal of Applied Chemistry, 81(5):889-891. <https://doi.org/10.1134/S1070427208050339> (in Eng.)

Fouda M.F.R., Amin R.E.-S., Abd-Elzaher M.M. (1996) Extraction of magnesia from Egyptian serpentinite ore via reaction with different acids. I. Reaction with sulfuric acid. Bulletin of the Chemical Society of Japan, 69(7):1907-1912. <http://dx.doi.org/10.1246/bcsj.69.1907> (in Eng.)

Teir S., Revitzer H., Eloneva S., Fogelholm C.J., Zevenhoven R. (2007) Dissolution of natural serpentinite in mineral and organic acids. International Journal of Mineral Processing, 183:36-46. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.06.023> (in Eng.)

Belov N.V. (1976) Essays on structural mineralogy. Moscow, Nedra. (in Russ.)

Whittaker E.J. (1963) Chrysotile Fibers – Filled or Hollow Tubes. Chemical and Engineering News, 30:34-35. (in Eng.)

Zulumyan N.O., Papakhgyan L.R., Terzyan A.M., Beglaryan A.A., Isaakian A.R. (2013) Structural features of serpentine silicate grids. Theoretical Foundations of Chemical Technology, 47:2:235-240. (in Russ.)

**CONTENTS**

**PHYSICAL**

- B.Zh. Abdikarimov, A.Zh. Seitmuratov, Z.A. Ergalauova**  
MATHEMATICAL MODELS OF RELAXATION TIMES OF  
INHOMOGENEOUS LIQUIDS ALONG CRITICAL DIRECTIONS.....5
- E.A. Dmitriyeva, E.A. Bondar, I.A. Lebedev, K.K. Yelemessov,  
A.E. Kemelbekova**  
ANTI-REFLECTIVE COATINGS BASED ON TIN OXIDE.....16
- A.A. Zhadyranova, U. Ismail, Zh. Beisekeyeva, G. Bekova, U. Ualikhanova,**  
STUDY OF THE FREEZING QUINTESSENCE OF LATE-TIME SPACE  
EXPANSION IN  $F(R, L_m)$  GRAVITY.....26
- N. Ussipov, A. Akhmetali, M. Zaidyn, A. Akniyazova, A. Sakan,  
G. Subebekova**  
ENTROPY OF GRAVITATIONAL WAVES.....47

**CHEMISTRY**

- A.Z. Abilmagzhanov, N.S. Ivanov, I. E. Adelbayev, O.S. Kholkin**  
DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE PURIFICATION  
OF ALKANOLAMINE SOLUTIONS.....57
- A. Auyeshov, K. Arynov, A. Dikanbayeva, A. Tasboltayeva**  
INTERACTION OF SERPENTINITE FROM THE ZHITIKARA DEPOSIT  
WITH STOICHIOMETRIC AMOUNT OF SULFURIC ACID.....70
- A.S. Dauletbayev, K.A. Kadirbekov, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina,  
Zh.S. Mukhatayeva**  
PURIFICATION OF WASTE SOLUTIONS GENERATED DURING  
URANIUM PRODUCTION WITH POLYMER FLOCCULANTS.....83
- L.D. Volkova, N.A. Zakarina, O.K. Kim, A.K. Akurpekova, A.V.  
Gabdrakipov, T.V.Kharlamova**  
INFLUENCE OF MODIFICATION OF KAOLINITES BY ALUMINUM  
OXIDE ON THE CRACKING ACTIVITY OF PETROLEUM RESIDUE.....96
- Zh. Kairbekov, T.Z. Akhmetov, M.Z. Esenalieva, I.M. Dzheldybaeva,  
S.M. Suimbayeva, M.Zh. Zhomart**  
SELECTIVE HYDROGENATION OF ISOPRENE, PIPERYLENE AND THEIR  
MIXTURES ON SKELETAL NICKEL CATALYSTS.....108

**A.K. Toktabayeva, R.K. Rakhmetullaeva, G.S. Irmukhamedova,  
G.O. Rvaidarova, G.D. Issenova**

STUDY OF THE PHYSIC-CHEMICAL PROPERTIES OF  
THERMOSENSITIVE COPOLYMERS BASED ON POLYETHYLENE  
GLYCOL.....122

## МАЗМҰНЫ

### ФИЗИКА

**Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, З.А. Ергалауова**  
БІРТЕКТІ ЕМЕС СҰЙЫҚТАРДЫҢ КРИТИКАЛЫҚ БАҒЫТТАР  
БОЙЫНДАҒЫ РЕЛАКСАЦИЯ УАҚЫТЫ БОЙЫНША МАТЕМАТИКАЛЫҚ  
МОДЕЛЬДЕРІ.....5

**Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, И.А. Лебедев, К.К. Елемесов,  
А.Е. Кемелбекова**  
ҚАЛАЙЫ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ ШАҒЫЛЫСТЫРУҒА ҚАРСЫ  
ЖАБЫНДАР.....16

**А.А. Жадыранова, У. Исмаил, Ж.М. Бейсекеева, Г.Т. Бекова,  
У.А. Уалиханова**  
 $F(R, L_m)$  ГРАВИТАЦИЯДАҒЫ КЕШ ҒАРЫШТЫҚ КЕҢЕЮДІҢ  
МҰЗДАТЫЛҒАН КВИНТЕССЕНЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....26

**Н. Усипов, А. Ахметәлі, М. Зайдын, А. Акниязова, А. Сақан,  
Г. Сүбебекова**  
ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ЭНТРОПИЯСЫ.....47

### ХИМИЯ

**А.З. Абилямжанов, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, О.С. Холкин**  
АЛКАНОЛАМИН ЕРІТІНДІЛЕРДІ ТАЗАЛАУДЫҢ  
АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ.....57

**А. Ауешов, К. Арынов, А. Диканбаева, А. Тасболтаева**  
«ЖІТІҚАРА» КЕНОРНЫНЫҢ СЕРПЕНТИНИТІНІҢ КҮКІРТ  
ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ СТЕХИОМЕТРИЯЛЫҚ МӨЛШЕРІМЕН  
ӘРЕКЕТТЕСУІ.....70

**Ә.С. Дәулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова,  
Л.М. Калимолдина, Ж.С. Мұқатаева**  
УРАН ӨНДІРУ БАРЫСЫНДА ТҮЗІЛЕТІН ҚАЙТАРЫМДЫ  
ЕРІТІНДІЛЕРДІ ПОЛИМЕРЛІ ФЛОКУЛЯНТТАРМЕН ТАЗАЛАУ.....83

**Л.Д. Волкова, Н.А. Закарин, О.К. Ким, А.К. Акурпекова,  
А.В. Габдракипов Т.В.Харламова**  
КАОЛИНИТТЕРДІ АЛЮМИНИЙ ОКСИДІМЕН ТҮРЛЕНДІРУДІҢ  
ҚАЛДЫҚ МҰНАЙ ҚОРЫМДАРЫНЫҢ КРЕКИНГТЕГІ  
БЕЛСЕНДІЛІККЕ ӘСЕРІ.....96

**Ж. Каирбеков, Т.З.Ахметов, М.З. Есеналиева, И.М. Джелдыбаева,  
С. М. Суймбаева, М.Ж. Жомарт**  
ИЗОПРЕНДІ, ПИПЕРИЛЕНДІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОСПАЛАРЫН  
ҚАҢҚАЛЫ НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ТАЛҒАМПАЗДЫ  
ГИДРЛЕУ.....108

**А.Қ. Тоқтабаева, Р.Қ. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова,  
Г.О. Рвайдарова, Г.Д. Исенова**  
ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРДІҢ  
ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....122

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

**Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, З.А. Ергалауова**  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕН РЕЛАКСАЦИИ  
НЕОДНОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ВДОЛЬ КРИТИЧЕСКИХ  
НАПРАВЛЕНИЙ.....5

**Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, И.А. Лебедев, К.К. Елемесов,  
А.Е. Кемелбекова**  
АНТИОТРАЖАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ОЛОВА.....16

**А.А. Жадыранова, У. Исмаил, Ж.М. Бейсекеева, Г.Т. Бекова, У.А.  
Уалиханова**  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМОРОЖЕННОЙ КВИНТЭССЕНЦИИ ПОЗДНЕГО  
КОСМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ В  $F(R, L_m)$  ГРАВИТАЦИИ.....26

**Н. Усипов, А. Ахметәлі, М. Зайдын, А. Акниязова\*, А. Сақан,  
Г. Сүбебекова**  
ЭНТРОПИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН.....47

### ХИМИЯ

**А.З. Абиьлмагжанов, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, О.С. Холкин**  
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ  
РАСТВОРОВ АЛКАНОЛАМИНОВ.....57

**А. Ауешов, К. Арынов, А. Диканбаева, А. Тасболтаева**  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕРПЕНТИНИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
"ЖИТИКАРА" СО СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИМ КОЛИЧЕСТВОМ  
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ.....70

**А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина,  
Ж.С.Мукатаева**  
ОЧИСТКА ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ  
ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА ПОЛИМЕРНЫМИ ФЛОКУЛЯНТАМИ.....83

**Л.Д. Волкова, Н.А. Закарина, О.К. Ким, А.К. Акурпекова,  
А.В. Габдракипов, Т.В.Харламова**  
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ КАОЛИНИТОВ ОКСИДОМ  
АЛЮМИНИЯ НА АКТИВНОСТЬ В КРЕКИНГЕ ОСТАТОЧНОГО  
НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ.....96

**Ж. Каирбеков, Т.З. Ахметов, М.З. Есеналиева, И. М. Джелдыбаева,  
С.М. Суймбаева\*, М.Ж. Жомарт**  
СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ ИЗОПРЕНА, ПИПЕРИЛЕНА И ИХ  
СМЕСЕЙ НА СКЕЛЕТНЫХ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....108

**А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова, Г.О. Рвайдарова,  
Г.Д. Исенова**  
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОПОЛИМЕРОВ  
НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ.....122

## **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 work described 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](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <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.nauka-nanrk.kz)**

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

**<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>**

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 12.12.2023.

Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.

---

*РОО «Национальная академия наук РК» 050010,  
Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-19*