

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

2024 • 4



«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

**БАС РЕДАКТОР:**

**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 Тілекқабыл 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, Корея 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 оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Ноганович**, 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-Маджид Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінде 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

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

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

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

**ЖҮСІПОВ 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)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93ZYU00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы құәлкі.

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

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

**ЛОКШИН 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

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

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктур-рваных 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 ветеринарной медицины ТОО «Научно-производственный центр 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 Hernando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖУСУНОВ 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 Нурғали Жабағевич**, 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, Казахстанско-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 Rakhmetkazi 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>

# CHEMISTRY

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

ISSN 2224-5227

Volume 4. Number 352 (2024), 103–114

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.311>

ӨЖ 662:666.763

FTMP 65.35.33

**A. Abdullin<sup>1\*</sup>, ©N. Zhanikulov<sup>2\*</sup>, B. Taimasov<sup>1</sup>, E. Potapova<sup>3</sup>, 2024.**

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

<sup>2</sup>Academician E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Kazakhstan;

<sup>3</sup>D.I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology, Moscow, Russia.

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

## INVESTIGATION OF CHEMICAL RESISTANCE OF ZINC-PHOSPHATE CEMENT UNDER INFLUENCE OF AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

**Aidana Abdullin** – PhD student of the Departments «Silicate technologies and metallurgy», M. Auezov South Kazakhstan university, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: aidana\_gkz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

**Nurgali Zhanikulov** – PhD, associate professor of the Departments «Inorganic and technical chemistry», Karaganda university of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan, E-mail:nurgali.zhanikulov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

**Bahitzhan Taimasov** – Doctor of technical sciences, Professor of the Departments «Silicate technologies and metallurgy», M. Auezov South Kazakhstan university, Shymkent, Kazakhstan, E-mail:taimasovukgu@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

**Ekaterina Potapova** – Doctor of technical sciences, Professor of the Department «Chemical Technology of Composite and Binding Materials», D.I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology, Moscow, Russia, E-mail:Potapova.e.n@muctr.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5796-2265>.

**Abstract.** The scientific article presents the results of a study of the chemical resistance of synthesized zinc phosphate cement (ZPC) under the influence of an aggressive environment. ZPC is a special type of cement required for dentistry in Kazakhstan. Its scope of application is extensive, it is not produced in the country, it is transported from abroad, and due to the high cost of dental services, the research is very relevant. ZnO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and phosphorus slag were used as starting materials for the study of the chemical resistance of ZPC under the influence of aggressive environments. X-ray phase, electron microscopic methods, methodological recommendations and requirements were used for the study.

As a result, the composition of the MPC, fired for 4 hours at a temperature of 1000°C, was: ZnO-83.0; MgO-9.0; SiO<sub>2</sub>-3.5; Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-3.0; phosphorus slag-1.5%. In the mixture prepared for molding ZPC in the mold, the cement/solution ratio was C/R=0.3. The setting time began in 6 minutes, and ended in 9 minutes. To determine the chemical resistance of zinc phosphate cement under the influence of an aggressive environment, the tensile strength was determined: in 10% lactic acid-98.8MPa, in 5% NaCl solution-100.1MPa and in carbonated water - 104.4MPa. X-ray phase analysis showed that the

cement contains the mineral zincite-52.3%, periclase-32.9% and quartz-14.8%. As a result of electron microscopic analysis, the cement content was determined: ZnO-87.06%, CaO-0.57%, SiO<sub>2</sub>-4.36%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0.64%, MgO-7.37%. An amorphous phase was also identified in the mineralogical composition of zinc phosphate cement. The phase consists of excess zinc oxide (ZnO) particles in an amorphous phosphate matrix that did not react with orthophosphoric acid. Wide porosity of the microstructural crystals of ZPC was determined, the porosity size was 1-5µm. Thus, the tests showed that 10% lactic acid as an aggressive environment reduced the strength of the developed zinc phosphate cement by 8.0%, 5% NaCl by 6.8% and carbonated water by 2.8%.

**Keywords:** zinc phosphate cement, composite material, chemical resistance, tensile strength, microstructure.

**А. Абдуллин<sup>1\*</sup>, ©Н. Жаникулов<sup>2\*</sup>, Б. Таймасов<sup>1</sup>, Е. Потапова<sup>3</sup>, 2024.**

<sup>1</sup>М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

<sup>2</sup>Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,  
Қарағанды, Қазақстан;

<sup>3</sup>Д.И. Менделеев атындағы Ресей химиялық технология университеті,  
Мәскеу, Ресей.

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

## **МЫРЫШ-ФОСФАТТЫ ЦЕМЕНТІНІҢ АГРЕССИВТІ ОРТАНЫҢ ӘСЕРІНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ**

**Абдуллин Айдана** – PhD докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, E-mail: aidana\_gkz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

**Жаникулов Нурғали** – PhD, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің «Бейорганикалық және техникалық химия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қарағанды, Қазақстан, E-mail:nurgali.zhanikulov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

**Таймасов Бахитжан** – техника ғылымдарының докторы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Силикаттар технологиясы және металлургия» кафедрасының профессоры, Шымкент, Қазақстан, E-mail: taimasovukgu@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

**Потапова Екатерина** – техника ғылымдарының докторы, Д.И. Менделеев атындағы Ресей химиялық технология университетінің «Композициялық және тұтастырғыш материалдардың химиялық технологиясы» кафедрасының профессоры, Мәскеу, Ресей, E-mail: Potapova.e.n@muctr.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5796-2265>.

**Аннотация.** Ғылыми мақалада синтезделген мырыш-фосфатты цементті агрессивті ортаның әсерінен химиялық төзімділігін зерттеу бойынша нәтижелер келтірілген. МФЦ Қазақстанда стоматологияға қажетті арнайы цемент түрі болып табылады. Оның қолдану аясы ауқымды, елімізде өндірілмейді, шет елден тасымалданады және стоматологиялық қызмет түрі қымбат болуына байланысты зерттеу өте өзекті. МФЦ агрессивті ортаның әсерінен химиялық төзімділігін зерттеу үшін бастапқы материалдар ретінде ZnO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> және фосфор шлағы қолданылды. Зерттеу жүргізу үшін рентгенофазалық, электронды микроскопиялық әдістер, әдістемелік нұсқаулықтар мен МЕСТ талаптары қолданылды.

Нәтижесінде 1000 °С температурада 4 сағат күйдірілген МФЦ құрамы:

ZnO - 83,0 %, MgO - 9,0 %, SiO<sub>2</sub> - 3,5 %, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,0 %, фосфор шлагы - 1,5 % болды. МФЦті формаға қалыптау үшін дайындалған қоспада цемент/ерітінді қатынасы Ц/Е=0,3. Ұстасу мерзімінің басталуы 6 мин, аяқталуы 9 мин болды. Мырыш-фосфатты цемент үлгілерді агрессивті ортаның әсерінен химиялық төзімділігін анықтау үшін беріктік шегі анықталды: 10 % сүт қышқылында – 98,8 МПа, 5 % NaCl ерітіндісінде – 100,1 МПа және газдалған суда – 104,4 МПа болды. Рентгенофазалық талдау нәтижесінде цемент құрамында цинцит минералы - 52,3 %, периклаз - 32,9 % және кварц - 14,8 % анықталды. Электронды микроскопиялық талдау нәтижесінде цемент құрамында: ZnO – 87,06 %, CaO – 0,57 %, SiO<sub>2</sub> – 4,36 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,64 %, MgO – 7,37 % анықталды. Сондай-ақ, мырыш-фосфатты цементтің минералогиялық құрамында аморфты фаза анықталды. Фаза ортофосфор қышқылымен реакцияға түспеген аморфты фосфат матрицасындағы мырыш оксидінің (ZnO) артық бөлшектерінен тұрады. МФЦ микроқұрылымды кристалдардың кең кеуектілігі анықталды, кеуектілік өлшемі 1-5 мкм құрады. Осылайша, мырыш-фосфатты цемент беріктігіне агрессивті орта 10 % сүт қышқылы – 8,0 %, 5 % NaCl – 6,8 % және газдалған су – 2,8 % төмендетті.

**Түйін сөздер:** мырыш-фосфатты цемент, композициялық материал, химиялық төзімділік, қысудағы беріктігі, микроқұрылым.

*Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (грант №АР22683868 – Қазақстанның стоматологиялық қажеттіліктері үшін мырыш-фосфатты композициялық цементтің құрамын зерттеу және әзірлеу).*

**А. Абдуллин<sup>1\*</sup>, ©Н. Жаникулов<sup>2\*</sup>, Б. Таймасов<sup>1</sup>, Е. Потапова<sup>3</sup>, 2024.**

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

<sup>2</sup>Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,  
Караганда, Казахстан;

<sup>3</sup>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,  
Москва, Россия.

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ЦИНК-ФОСФАТНОГО ЦЕМЕНТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНЫХ СРЕД**

**Абдуллин Айдана** – PhD докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, E-mail: aidana\_gkz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

**Жаникулов Нургали** – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Неорганической и технической химии» Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан, E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

**Таймасов Бахитжан** – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии силикатов и металлургия» Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, E-mail: taimasovukgu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

**Потапова Екатерина** – доктор технических наук, профессор кафедры «Химический технологии композиционных и вязущих материалов», Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия, E-mail: Potapova.e.n@muctr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5796-2265>.

**Аннотация.** В научной статье представлены результаты исследования химической стойкости синтезированного цинк-фосфатного цемента (ЦФЦ) под воздействием агрессивной среды. ЦФЦ - это особый вид цемента, востребованный в стоматологии Казахстана. Сфера его применения обширна, он не производится в стране, его привозят из-за рубежа, и из-за высокой стоимости стоматологических услуг исследования очень актуальны. В качестве исходных материалов для изучения химической стойкости ЦФЦ при воздействии агрессивных сред были использованы  $ZnO$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$ ,  $Bi_2O_3$  и фосфорный шлак. При проведении исследования использовались рентгенофазовые, электронно-микроскопические методы, методические рекомендации и требования ГОСТ. В результате состав ЦФЦ, обожженных в течение 4 часов при температуре  $1000^\circ C$ , составил:  $ZnO$ -83,0;  $MgO$ -9,0;  $SiO_2$ -3,5;  $Bi_2O_3$ -3,0; фосфорный шлак-1,5%. В смеси, приготовленной для формования ЦФЦ в форме, соотношение цемент/раствор составляло Ц/Р=0,3. Время схватывания начиналось через 6 минут и заканчивалось через 9 минут. Для определения химической стойкости цинк-фосфатного цемента при воздействии агрессивной среды был определен предел прочности на сжатии: в 10%-ной молочной кислоте - 98,8МПа, в 5%-ном растворе NaCl - 100,1МПа и в газированной воде - 104,4МПа. Рентгенофазовый анализ показал, что цемент содержит минерал цинцит - 52,3%, периклаз - 32,9% и кварц - 14,8%. В результате электронно-микроскопического анализа было определено содержание цемента:  $ZnO$ -87,06%,  $CaO$ -0,57%,  $SiO_2$ -4,36%,  $Al_2O_3$ -0,64%,  $MgO$ -7,37%. В минералогическом составе цинк-фосфатного цемента также была обнаружена аморфная фаза. Фаза состоит из избыточных частиц оксида цинка ( $ZnO$ ) в аморфной фосфатной матрице, которые не вступали в реакцию с ортофосфорной кислотой. Была определена широкая пористость микроструктурных кристаллов ЦФЦ, размер которых составлял 1-5 мкм. Таким образом, испытания показали, что 10%-ная молочная кислота как агрессивная среда снижала прочность разработанного цинк-фосфатного цемента на 8,0%, 5%-ный NaCl - на 6,8% и газированная вода - на 2,8%.

**Ключевые слова:** цинк-фосфатный цемент, композиционный материал, химическая стойкость, предел прочности, микроструктура.

**Кіріспе.** Бүгінде элем ғалымдары заманауи композициялық материалдарды, оның ішінде стоматологияға қажетті функционалды цементтердің клиникалық, физикалық, химиялық, адгезиялық және эстетикалық қасиеттерін жақсартып және арнайы құрамдарға қосымша қоспаларды ендіру арқылы әзірлеуде (Leung, 2022). Орта Азия елдері ішінде Қазақстанда да стоматологияға қажетті арнайы цемент түрінің құрамын әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізілуде (Abdullin, 2023).

Мырыш-фосфатты цемент (МЦФ) тіс протездер мен коронкаларды бекітуге, тістерді қалпына келтіру кезінде пломбаның астына төсеуге және басқада қалпына келтіру құрылымдары үшін пайдаланылады. Кеңінен қолданудың негізгі себептері олардың жақсы манипуляциялық қасиеттері және цементтің қысқа уақыт ішінде катаю қабілеті болып табылады (Светлов, 2017).

Композициялық материал негізінен ұнтақ және сұйық ерітінді секілді екі компоненттен тұрады. Ұнтақ компоненттің құрамында 90 % мырыш оксиді ( $ZnO$ ),



3-10% магний оксиді (MgO), сондай-ақ, қосымша қасиеттерді жақсарту мақсатында висмут, кремний оксидтері және т.б. қосылады. Реактивтілік компоненттерді 1000-1300 °С температурада күйдіру арқылы бақыланады. Яғни бұл процесте күйдіру режимі маңызды рөл атқарады. Алынған композициялық материал ақшыл сары түсті, қышқылдарға реакциясы аз болып келеді (Mitra, 2008).

МФЦтің қатаюуы үшін қолданылатын сұйық компонент – фосфор қышқылының ерітіндісі. Қышқыл ерітінді компоненттің құрамында (75-85 %)  $H_3PO_4$ , 10 % дейін Zn және 1-3,1 % Al тұрады (Абдурахманов, 2016). Al және Zn реакция жылдамдығын бақылауда шешуші рөл атқарады, олар ерітіндіде фосфаттардың тиісті мөлшерін қалыптастыру арқылы қышқыл ерітіндінің рН деңгейін жоғарылатады және оның реактивтілігін төмендетеді (Czarnecka, 2003). Бастапқы қатаюу процесі үшін қосылатын ерітінді фосфор қышқылының концентрациясы МФЦтің химиялық және механикалық қасиеттеріне тікелей тәуелді.

Мырыш оксиді ұнтағы мен сулы фосфор қышқылы арасындағы реакция тіпті олардың деактивацияланған түрінде де күшті экзотермиялық болып келеді. Осыған байланысты, шамамен 1,5-2 минут бойы сұйықтыққа аздаған ұнтақты қосу арқылы компоненттерді салқын шыны плитада, кең аумақта араластыру қажет. Араластырудан кейін цементтің рН мәні шамамен 3,5 құрайды, бұл мән пульпаның тітіркенуіне және цементтеуден кейінгі сезімталдыққа әкелуі мүмкін, ал 24 сағаттан кейін, толық әрекеттескенде цемент рН 6,7 деңгейіне жетеді (Lad, 2014), бұл биологиялық тұрғыдан әлдеқайда қолайлы болып саналады. Сондықтан, стоматолог-клиницистер үшін бұл композициялық цемент түрі клиникалық қолдануда рекордқа ие және цементтің басқа түрлеріне қарағанда тиімділігі жоғары екендігін көрсеткен (Kotha, 2023).

МФЦ композициялық материалды зерттеу және тиімділігін арттыру бойынша жасалған ғылыми нәтижелерге сүйеніп, құрамына фосфор өндірісінің қалдығы – электротермофосфор шлагын ендіру мүмкіндігі қарастырылды (Жаникулов, Таймасов, 2023). Яғни, фосфор шлагы мырыш-фосфатты цементтің құрамдас бөлігі ретінде оның қасиеттеріне айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Бұл мүмкіндікті қарастыруға болатын бірнеше дәлелдер бар. Біріншіден, осыған дейінгі жүргізілген зерттеулерде фосфор шлагын мырыш-фосфатты цемент құрамына ендірудің оңтайлы мөлшері анықталды. Жалпы құрамға небәрі 1,5-3,0 % ендіру ұсынылды. Екіншіден, фосфор шлагының құрамында кездесетін 1,5 % – F, 2 % –  $P_2O_5$ , 4,5 % –  $CaF_2$  адам организмі үшін маңызды қосылыстар болып табылады. Олар сүйектердің, тістердің қалыптасуына қатысады. Үшіншіден, фосфор оксиді цементтің микроқұрылымында беріктік байланыс түзетін фосфаттардың құрамдас бөлігі, ал фтор элементі коррозияға төзімділікті арттыратын, қышқылдардың енуіне қарсы тұратын фторидтер түзуші. **Р және F бір-бірімен синергетикалық әсер етеді, олар мырыш-фосфатты цемент беріктігін, адгезияға және коррозияға төзімділігін жақсартуға көмектеседі (Zhanikulov, Kenzhehan, 2023).** Бұл келтірілген дәлелдер мырыш-фосфатты цементті одан әрі зерттеуге, оның коррозиялық орта әсерінен химиялық төзімділігін анықтаудың өзекті мәселе екендігін көрсетеді.

### Материалдар мен зерттеу әдістері

Дайындалған мырыш-фосфатты цемент құрамы: ZnO - 83,0 %, MgO - 9,0 %, SiO<sub>2</sub> - 3,5 %, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,0 %, фосфор шлагы - 1,5 % тұрады. МФЦтің ұнтақ компоненті 1000 °C температурада 4 сағат күйдіріліп алынған. Нәтижесінде үлестік беті 3345 см<sup>2</sup>/г құрайтын синтезделген композициялық мырыш-фосфатты цемент алынды. Алынған тәжірибелік мырыш-фосфатты цементке ортофосфор қышқылымен араластыру арқылы өлшемі 20x20x20 мм болатын үлгілер қалыпталды. Бұл мырыш-фосфатты цемент үлгілері коррозиялық ортаның әсерінен химиялық төзімділігін анықтау үшін қажет болып табылады.

Тәжірибе барысында мырыш-фосфатты цементтің агрессивті орталардың әсерінен химиялық төзімділігін анықтау үшін кубик тәрізді үлгілерді бір уақытта 10 % сүт қышқылы ерітіндісіне, 5 % ас тұзы ерітіндісі мен газдалған су ерітіндісіне 1 сағатқа батырылады. Бір сағат уақыттан кейін үлгілер алынады, дисциллиденген сумен жуылады және үлгілердегі өзгерістерді көзбен және микроскоппен бақылау жүргізіледі. Өзгерістерді бақылап болғаннан кейін кептіру шкафында 1 сағат бойы (37±1) °C температурада кептіреді. Содан кейін қысу кезіндігі беріктікке сыналады (Сударев, 2021).

Рентгенофазалық талдау бұл қоспадағы затты оның жазықтықаралық қашықтықтарының жиынтығы және рентгенограммадағы сәйкес сызықтардың салыстырмалы қарқындылығы бойынша анықтау болып табылады. Рентгенофазалық талдаудың көмегімен мырыш-фосфатты цементтің фазалық және минералогиялық құрамы анықталады. Сандық және сапалық талдау бойынша жұмыстар Алматы қаласындағы «ЦЕЛСИМ» ЖШС сертификатталған сынақ зертханасында D2 PHASER рентгендік дифрактометр (XRD) құрылғысының көмегімен жүргізілді. Үлгілердің рентгендік деректері қатаң монохроматикалық Cu K<sub>α1</sub> -сәулеленуді қамтамасыз ететін қисық Ge (111) монохроматоры бар STOE-STADIMP ұнтақ дифрактометрінде алынған. Деректерді жинау позициялық-сезімтал сызықтық детектордың көмегімен сканерлеу аймақтарын 10<sup>0</sup>-дан 70<sup>0</sup>-ге дейін 2q кезең-кезеңмен жабу режимінде өтті, оның түсіру бұрышы 0.02° арна ені бар 5° -тен 2q дейін болды. Фазалық құрамды анықтау winxrowsoftware // STOE&CIEGmbH 6 WinXPowSoftware // STOE&CIEGmbH, 2000 бағдарламалық кешені және Match! Software // CrystalImpactGmbH, 2016 бағдарламасы арқылы жүзеге асырылды және PDF-2 (ICDD-2013) ұнтақ дерекқоры онымен байланысты (Есимов, 2012; Мырзақожа, 2013).

Растворлы электрондық-микроскопиялық талдау мырыш-фосфатты цемент үлгісінің бетін электронды зондпен сканерлеу және осы процесте туындайтын сәулеленудің кең спектрін анықтау арқылы жүргізіледі. Электрондық микроскопта кескін алу үшін сигналдар екінші, шағылысқан және жұтылған электрондар болып табылады. Басқа әсерлер, атап айтқанда рентген сәулелері, зерттелетін үлгі материалының химиялық құрамы туралы қосымша ақпарат алу үшін қолданылады. JEOL JSM-6490 LV маркалы электронды микроскоппен жұмыс жасау кезінде электронды сәуленің зерттелетін затпен (ұнтақталған материал) әрекеттесуіне негізделген. Үлгінің беті электронды сәулемен сканерленеді және нәтижесінде пайда болған кері шашыраңқы электрондар беттің топографиясы, сондай-ақ үлгінің физикалық және химиялық қасиеттері туралы ақпаратты тасымалдайды. Бұл электрондар әртүрлі бағыттардан ұшады және оптикалық оське қатысты

симметриялы орналасқан жартылай өткізгіш элементтермен анықталады. Бұл жағдайда сканерлеу процесінде анықталатын электрондардың сандық өзгерістері электрлік сигналдарға айналады. Детектор элементтерінің екі сигналы алдын ала күшейткішпен күшейтіліп, операциялық күшейткішке түседі. Операциялық күшейткіш бұл сигналдарды одан әрі күшейтеді және оларды қосу мен азайтуды бір уақытта жасайды. Жиынтық сигнал композициялық кескінді қалыптастыру үшін бейне сигнал ретінде пайдаланылады, ал айырмашылық сигналы топографиялық кескінді қалыптастыру үшін бейне сигнал ретінде қызмет етеді. Үлгі бетінің гетерогенділігі және ондағы құрамдас элементтердің таралуы туралы ақпаратты тасымалдайтын кері шашыраңқы электрондарды анықтау үлгі бетінің кескінін байқауға мүмкіндік береді. Электронды-оптикалық жүйе жұмыс қашықтығы (WD) 48 мм болған кезде x8 минималды үлкейту кезінде кескіндерді алуға мүмкіндік береді. JEOL JSM-6490 LV маркалы электронды микроскоп 3-100 мкм сызықтық өлшемдердің өлшеу диапазонында, 0,03-1000 мкм сызықтық өлшем көрсеткіштерінің ауқымында, электрмен жабдықтау  $220 \pm 5$  Гц кернеу жиілігінде, үдеткіш кернеу 0,3-30 кВ диапазонында жұмыс жасайды. Үлгілерді электронды-микроскопиялық талдау JEOL JSM-6490 LV маркалы электронды микроскоптың көмегімен жүргізілді (Шадров, 2014).

### **Нәтижелер және талқылаулар**

Мырыш-фосфатты цементті өлшемі 20x20x20 мм болатын үлгілерге қалыптау кезінде цемент/ерітінді қатынасы Ц/Е=0,3 құрады. Ортофосфор қышқылымен ( $H_3PO_4$ ) араласып қатайған үлгілерді қалыптан шешіп алғаннан кейін олардың орташа салмағы таразыда өлшенді. 1 кубик үлгішенің орташа салмағы 36,5 г құрады. Алынған мырыш-фосфатты цемент үлгілерді агрессивті ортаның әсерінен химиялық төзімділігін анықтау үшін ең алдымен әрқайсысына 50 мл-ден 10 % сүт қышқылы, 5 % NaCl және газдалған су құйылған 3 қолбаға салынды. Дайындалған үлгілерді ерітінділерге 1 сағатқа қойылды. Тәжірибелік үлгілердің жалпы көрінісі 1 суретте көрсетілген.



Сурет 1. Мырыш-фосфатты цементтің тәжірибелік үлгілері

1 сағаттан кейін алынған мырыш-фосфатты цемент үлгілерді дисстильденген сумен шайып, өзгерістерді көзбен бақылау жүргізілді. Нәтижесінде, үлгілердің

түсінің ақшылданғаны байқалды. Өзгерістерді бақылап болғаннан кейін үлгілерді кептіргіш шкафта 1 сағат бойы ( $37 \pm 1$ ) °C температурада кептіру орындалды. Кептіруден кейін үлгілердің орташа салмағын өлшенді, нәтижесінде, салмақта ешқандай өзгерістер болған жоқ.

Сондай-ақ, 20x20x20 мм болатын цемент үлгілерді су (ерітінділер) сіңірілуі және шөгу процессінің орын алмағандығы анықталды. Үлгілерді екі қарама-қарсы бетін егеулеп, тегістеп алып, ПГМ-100МГ4-А маркалы гидравликалық прессте қысу кезіндегі беріктікке сыналады. Мырыш-фосфатты стоматологиялық цементтің қасиеттері бойынша нәтижелер 1 кестеде келтірілген.

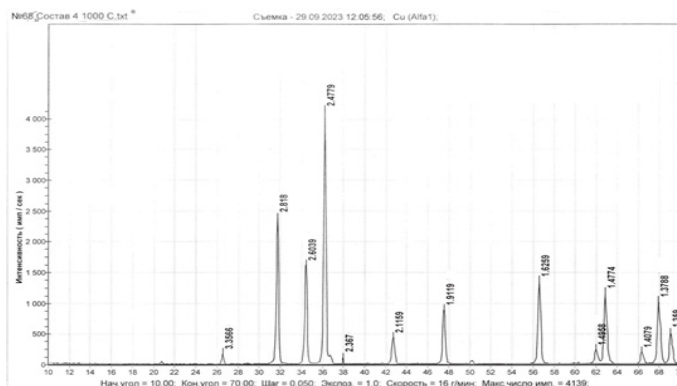
1 – кесте. Мырыш-фосфатты стоматологиялық цементтің қасиеттері

Стоматологиялық цементтің атауы	Ұстасу мерзімі, мин		Беріктік шегі, МПа	Агрессивті ортаға әсер еткеннен кейін қысу кезіндегі беріктік шегі, МПа		
	басталуы	аяқталуы		қысу	10 % сүт қышқылы	5 % NaCl
Мырыш-фосфатты цемент	6	9	107,4	98,8	100,1	104,4

Мырыш-фосфатты цементтің ұстасу мерзімі мен қысу кезіндегі беріктігі ғылыми мақалада келтірілген (Zhanikulov, Kaiyrbayeva, 2023). Осылайша, ортофосфор қышқылымен ( $H_3PO_4$ ) қатайған мырыш-фосфатты цементке агрессивті ортаның әсер еткендігін байқауға болады. 10 % сүт қышқылы цемент беріктігін 8 %-ға, 5 % NaCl цемент беріктігін 6,8 %-ға және газдалған су 2,8 %-ға төмендеткендігі анықталды.

Беріктікке сыналған үлгілерді рентгенофазалық және электронды микроскопиялық талдау жасау үшін №008 електегі қалдығы 3 % болатындай етіп ұнтақтақтап алынды.

Мырыш-фосфатты цементтің құрылымын рентгенофазалық талдау D2 PHASER рентгендік дифрактометр көмегімен орындалды. 2 суретте мырыш-фосфатты цементтің рентгенограммасы келтірілген.



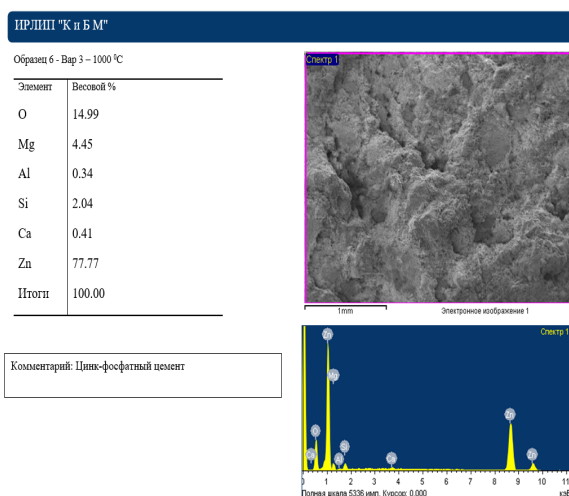
Сурет 2. Мырыш-фосфатты цементтің рентгенограммасы

1000°C температурада күйдіріліп алынған мырыш-фосфатты цемент рентгенограммасында келесідей түзілген минералдарға тиесілі жазықтық аралық нүктелері сәйкестендірілген:

- цинцит (ZnO)  $d = 2.818; 2.6039; 2.4779; 1.9119; 1.6259; 1.4774; 1.4079; 1.359 \text{ \AA}$ ;
- периклаз (MgO)  $d = 2.367; 2.1159; 1.4958; 2.44; 2.88 \text{ \AA}$ ;
- кварц ( $\text{SiO}_2$ )  $d = 3.3566; 1.3788 \text{ \AA}$ .

Рентгенофазалық талдау нәтижесінде 1000 °C температурада күйдіріп алған мырыш-фосфатты цемент құрамында цинцит (ZnO) минералдарының көп мөлшерде (52,3 %) түзілгендігін көуге болады. Сонымен қатар, периклаз (MgO) минералына тиісті жазықтық аралық нүктелер байқалды (32,9 %) және кварц ( $\text{SiO}_2$ ) минералы (14,8 %) түзілді.

Мырыш-фосфат цемент фазалық құрылымы JEOL JSM-6490 LV маркалы электронды микроскоптың көмегімен орындалды. 3 суретте мырыш-фосфатты цементтің микроанализ нәтижесі келтірілген.



1000 °C күйдірілген мырыш-фосфатты цементтің микроскопиялық талдау нәтижесінде алынған элементтік құрамында: ZnO – 87,06 %, CaO – 0,57 %,  $\text{SiO}_2$  – 4,36 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,64 %, MgO – 7,37 % мөлшерінде анықталды. Сондай-ақ, құрамына ендірілген 1,5 % фосфор шлагында кездесетін радиоактивті элементтер U, Th, Ra және Cu, Pb, Be улы ауыр металл элементтерінің бөлшектері анықталған жоқ.

Мырыш-фосфатты цемент ұнтағының құрамында цинцит минералы (ZnO) мырыш оксиді ұнтағының ең көп таралған фазасы болып табылады, ал ганит ( $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ ) және периклаза (MgO) төмен пайызбен табылды. Сондай-ақ, мырыш-фосфатты цемент үлгілеріндегі құрамда аморфты фазаның анықталғанын атап өткен жөн. Ортофосфор қышқылымен қатайған кезде реакцияға түспеген бөлігі аморфты фосфат матрицасындағы мырыш оксидінің (ZnO) артық бөлшектерінен

тұрады (Viani, 2017). Микросуретте ылғал жағдайына байланысты кристалдардың кең кеуектігін байқауға болады. Микроқұрылымдық тұрғысынан кеуектердік өлшемі 1-5 мкм шамасында, бұл кеуектілік артық судың (ерітіндінің) болуына байланысты. Шамадан көп кеуектілік цементтің беріктігі мен жабысқақтық қасиеттеріне әсер етеді.

### Қорытынды

1. Мырыш-фосфатты цемент үлгілерді агрессивті ортаның әсерінен химиялық төзімділігін анықтау кезінде беріктік шегі тексерілді. Нәтижесінде 10 % сүт қышқылында – 98,8 МПа, 5 % NaCl ерітіндісінде – 100,1 МПа және газдалған суда – 104,4 МПа болды. Бұл агрессивті ортаның мырыш-фосфатты цемент беріктігіне сәйкесінше 8,0 %, 6,8 % және 2,8 % төмендеді.

2. Рентгенофазалық талдау нәтижесінде мырыш-фосфатты цемент құрамында цинцит (ZnO) минералы - 52,3 %, периклаз (MgO) минералы - 32,9 % және кварц (SiO<sub>2</sub>) минералы - 14,8 % мөлшерінде анықталды.

3. Электронды микроскопиялық талдау нәтижесінде мырыш-фосфатты цемент құрамында: ZnO – 87,06 %, CaO – 0,57 %, SiO<sub>2</sub> – 4,36 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,64 %, MgO – 7,37 % анықталды. МФЦ құрамына ендірілген 1,5 % фосфор шлагында кездесетін радиоактивті элементтер U, Th, Ra және Cu, Pb, Be улы ауыр металл элементтерінің бөлшектері анықталған жоқ.

4. Микроқұрылымдық талдау нәтижесінде мырыш-фосфатты цемент құрамында аморфты фаза анықталды. Бұл фаза қатаю процесі кезінде ортофосфор қышқылымен реакцияға түспеген бөлігі аморфты фосфат матрицасындағы мырыш оксидінің (ZnO) артық бөлшектерінен тұратындығы анықталды. Микроқұрылымды талдау кезінде кристалдардың кең кеуектілігі анықталды, кеуектілік өлшемі 1-5 мкм құрады.

### Әдебиеттер

Абдуллин А., Жаникулов Н., Таймасов Б., Потопова Е., Раисова А. (2023). Синтезделген мырыш-фосфатты цемент клинкерінің микроқұрылымын зерттеу. // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының Хабарлары. Химия және технология, — 4(457), — 7-18. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.188>

Абдурахманов А.И., Курбанов О.Р. (2016). Ортопедиялық стоматология. ГЭОТАР-Медиа, — Ресей, — 2016.

Чарнецка Б., Лимановска-Шоу Х., Николсон Дж.В. (2003). Мырыш фосфатты стоматологиялық цементтермен ионды бөлу, еріту және буферлеу. // Материалтану журналы: Медицинадағы материалдар, — 14, — 601–604. <https://doi.org/10.1023/A:1024018923186>

Коза А.К., Николсон Дж.В., Буз С.Е. (2023). Потенциалды сүйек контактілері үшін мырыш фосфатты цементті биологиялық бағалау. // Биомедициналар, — 11, — 250. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11020250>

Лад П.П., Камаз М., Тарале К., Кусугал П.Б. (2014). Жабысқақ цементтердің практикалық ойлары: шолу. // Халықаралық ауыз денсаулық журналы, — 6, — 116–120.

Леуанг Г.К-Ч., Вонг А.В-И., Ча О.И. (2022). Стоматологиялық лютинг материалдарын жаңарту. // Стоматология журналы, —10 (11), — 208. <https://doi.org/10.3390/dj10110208>

Митра С.Б., Кертис Р.В., Уотсон, Т.Ф. (2008). Стоматологиялық цементтер: құрамдар және өңдеу әдістері. Стоматологиялық биоматериалдарда: Бейнелеу, Сынау және модельдеу, — Баспа Вудхейд: Даксфорд, Ұлыбритания, — 2008, — 162–193.

Мырзакожа Д.А., Мирзаходжаев А.А. (2013). Заманауи зерттеу әдістері. // ҚБТУ Редакциялық-баспа орталығы. — 2013.

Шадров В.И. (2014). JSM-6490LV электронды микроскоп INCA Energy микроанализдерінің энергетикалық жүйелері.

Сударев Е.А. (2021). Мырыш фосфатты стоматологиялық цементті дайындау. Бакалавриат студенттеріне арналған «Қазіргі заманғы композициялық материалдар» курсы бойынша зертханалық практикалық жұмыстарға және 18.03.01 Химиялық технология студенттердің өзіндік жұмыстарына әдістемелік нұсқаулар. — 2021. — 14 б.

Светлов А.Ю. (2017). Заманауи стоматологиялық цементтер. — 2017, — 4, — 92-95.

Виани А., Сотириадис К., Кумпова И., Манчини Л., Аппаву М-С. (2017). Біріктірілген шағын бұрышты нейтронды шашырау мен микрофокусты рентгендік компьютерлік томографияны қолдану арқылы тіс мырыш фосфатты цементтерінің микроқұрылымдық сипаттамасы. // Стоматологиялық материалдар, — 33(4), — 402-417. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.01.008>

Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Жакипбаев Б.Е. (2012). В.И. Михеев бойынша минералдарды рентгендік анықтаушы, ОҚМУ, Шымкент.

Жаникулов Н., Абдуллин А., Таймасов Б., Кенжехан М. (2023). Мырыш-фосфатты композициялық цемент алу үшін фосфор шлагын зерттеу. // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының Хабарлары. Химия және технология сериясы, — 2(455), — 63-74. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.164>

Жаникулов Н.Н., Абдуллин А.А., Давлетярова Б.С., Қайырбаева М.Ж. (2023). Физикалық-механикалық әдістермен мырыш-фосфатты цементтің сапасын анықтау. «Өнеркәсіптік технологиялар және инжиниринг» // X халықаралық конференциясының жинағы, — 1, — 210-214 б.

Жаникулов Н.Н., Таймасов Б.Т., Абдуллин А.А., Жакипбаев Б.Е., Кенжехан М. (2023). Мырыш-фосфатты цементтің құрамы тістерді пломбалау және протездерді цементтеу үшін қолданылады. №8329 Қазақстан Республикасының пайдалы моделіне патент. 14.06.2023 ж.

## References

Abdullin A., Zhanikulov N., Taimasov B., Potopova E., Raisova A. (2023). Investigation of the microstructure of synthesized zinc-phosphate cement clinker. // News of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology, — 4(457), — 7-18. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.188>

Abdurakhmanov A.I., Kurbanov O.R. (2016). Ortopedicheskaya stomatologiya. // GEOTAR-Media, Russia. — 2016. (in Russ.).

Czarnecka B., Limanowska-Shaw H., Nicholson J.W. (2003). Ion-release, dissolution and buffering by zinc phosphate dental cements.// Journal of materials science: Materials in medicine, — 14, — 601–604. <https://doi.org/10.1023/A:1024018923186>

Kotha A.K., Nicholson J.W., Booth S.E. (2023). Biological Evaluation of Zinc Phosphate Cement for Potential Bone Contact Applications. // Biomedicines, — 11, — 250. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11020250>

Lad P.P., Kamath M., Tarale K., Kusugal P.B. (2014). Practical considerations of luting cements: A review. // Journal of International Oral Health, — 6, — 116–120.

Leung G.K-H., Wong A.W-Y., Chu C-H., Yu O.Y. (2022). Update on Dental Luting materials. // Dentistry journal, — 10(11), — 208. <https://doi.org/10.3390/dj10110208>

Mitra S.B., Curtis R.V., Watson, T.F. (2008). Dental cements: Formulations and handling techniques. In Dental Biomaterials: Imaging, Testing and Modelling, — Woodhead Publishing: Duxford, UK, — 2008, — 162–193.

Myrzakozha D.A., Mirzakhodzhaev A.A. (2013). Modern research methods, Editorial and publishing center of KBTU. — 2013. (in Russ.).

Shadrov V.I. (2014). Scanning electron microscope JSM-6490LV with energy-dispersive microanalysis systems INCA Energy. (in Russ.).

Sudarev Ye.A. (2021). Polucheniyе tsink-fosfatnogo stomatologicheskogo tsementa. Metodicheskoye ukazaniya k laboratornomu praktikumu i samostoyatel'noy rabote studentov po kursu «Sovremennyye

kompozitsionnyye materialy» dlya studentov napravleniya podgotovki bakalavrov 18.03.01 Khimicheskaya tekhnologiya. – 2021. – 14 p. (in Russ.).

Svetlov A.Yu. (2017). Modern dental cements. – 2017, — 4, — 92-95. (in Russ.).

Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M–S. (2017). Microstructural characterization of dental zinc phosphate cements using combined small angle neutron scattering and microfocus X-ray computed tomography. // *Dental materials*, — 33(4), — 402-417. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.01.008>

Yesimov B.O., Adyrbaeva T.A., Zhakipbaev B.E. (2012). X-ray determinant of minerals V.I. Mikheeva, SKSU, — Shymkent. (in Russ.).

Zhanikulov N., Abdullin A., Taimasov B., Kenzhehan M. (2023). Investigation of phosphoric slag for obtaining of zinc-phosphate composite cement. // *News of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology*, – 2(455), — 63-74. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.164>

Zhanikulov N.N., Abdullin A.A., Davletyarova B.S., Kaiyrbayeva M.Zh. (2023). Determination of the quality of Zinc–Phosphate cement by physical and mechanical methods. “Industrial technologies and engineering” // collection of the X International Conference, — 1, — pp. 210-214.

Zhanikulov N.N., Taimasov B.T., Abdullin A.A., Zhakipbaev B.E., Kenzhekhan M. (2023). Composition of zinc phosphate cement for filling teeth and cementing dentures. Patent for utility model of the Republic of Kazakhstan. No. 8329 dated 14.06.2023. (in Russ.).



## CONTENTS

### PHYSICS

- A. Bekeshev, A. Mostovoy, M. Akhmetova, L. Tastanova**  
RESEARCH ON THE PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITE MATERIALS  
INCORPORATING MODIFIED MINERAL FILLERS.....5
- G. Yensebaeva, I. Makhambayeva, A.Seitmuratov, K. Kanibaikyzy,  
Z. Suleimenova**  
PROBLEMS ON THE PROPAGATION OF HARMONIC WAVES UNDER  
RHEOLOGICAL VISCOUS PROPERTIES OF A MATERIAL.....16
- A.A. Zhadyranova, V. Zhumabekova, U. Ismail, D. Nassirova**  
EXPLORING THE POTENTIAL OF YUKAWA USING THE FIZO EFFECT.....33
- A. Istlyaup, L. Myasnikova, A. Lushchik**  
COMPUTER SIMULATION OF THE DENSITY OF STATE NaX (X = F, Cl)  
NANOOBJECTS.....49
- G.T. Omarova, Zh.T. Omarova**  
TO THE ORBITAL DYNAMICS WITH VARIABLE ECCENTRICITY.....61
- A.V. Serebryanskiy, Ch.T. Omarov, G.K. Aimanova, M.A. Krugov**  
SPECTRAL OBSERVATIONS OF GEOSTATIONARY SATELLITES AT THE  
ASSY-TURGEN OBSERVATORY IN KAZAKHSTAN.....69
- A.K. Shongalova, A. Sailaubek, A.E. Kemelbekova**  
OBTAINING BULK CRYSTALS OF ANTIMONY OXYCHLORIDE AND  
STUDYING ITS STRUCTURAL CHARACTERISTICS.....82
- S.A. Shomshekova, L.K. Kondratyeva, I.M. Izmailova, C.T. Omarov**  
INFRARED OBSERVATIONS OF SYMBIOTIC STARS FROM A CISLUNAR  
ORBIT: OBJECTIVES AND PROSPECTS.....90

### CHEMISTRY

- A. Abdullin, ©N. Zhanikulov, B. Taimasov, E. Potapova**  
INVESTIGATION OF CHEMICAL RESISTANCE OF ZINC-PHOSPHATE  
CEMENT UNDER INFLUENCE OF AGGRESSIVE ENVIRONMENTS.....103
- G. Baisalova, Zh. Tukhmetova, B. Torsykbayeva, A. Shukirbekova, Zh. Ussen**  
CHEMICAL CONSTITUENTS OF HEXANE EXTRACT OF LYTHRUM  
SALICARIA L. ROOTS.....115

<b>N. Bolatkyzy, A.B. Amangeldi, B.E. Dyusebaev, G.E. Berganayeva, M.A. Dyusebaeva</b> STUDY OF AMINO ACIDS AND FATTY ACIDS IN THE COMPOSITION OF THE AERIAL PART OF RUBUS HYBRID.....	125
<b>A.A. Duisenbay, E.K. Assembayeva, M.O. Kozhakhliyeva, D.E. Nurmukhanbetova, A.Zh. Bozhbanov</b> PHYSICOCHEMICAL INDICATORS AND SAFETY OF SOURDOUGH BRE AD.....	135
<b>T.K. Jumadilov, G.T. Dyussebayeva, Zh.S. Mukatayeva, J.V. Gražulevicius</b> INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL AND CONFORMATIONAL PROPERTIES OF INTERPOLYMER SYSTEMS OF CATIONITE KU-2-8 AND ANIONITE P4VP.....	146
<b>V.N. Kryuchkov, I.V. Volkova, A.V. Mozharova, L.K. Seidaliyeva, F.K. Nurbayeva, K.A. Jumasheva</b> MORPHOLOGY OF THE MESONEPHROS IN CARP UNDER EXPERIMENTAL INTOXICATION.....	157
<b>M.K. Kurmanaliev, Zh.D. Alimkulova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova</b> NEW SORBENTS BASED ON TIACROWN ETHERS: PREPARATION AND APPLICATION FOR SILBER EXTRACTION.....	168
<b>M.T. Telmanov, B.Kh. Khussain, A.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy</b> CREATION OF DIGITAL TWINS, INCLUDING THE DECARBONISATION MODULE, IN MODELLING AND VISUALISATION OF FLUE GAS CLEANING SYSTEMS IN INDUSTRIAL PLANTS.....	179

## МАЗМҰНЫ

### ФИЗИКА

**А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова**  
ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН МИНЕРАЛДЫ ТОЛТЫРҒЫШТАР ҚОСЫЛҒАН  
ЭПОКСИДТІК КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН  
ЗЕРТТЕУ.....5

**Г. Еңсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмұратов, Қ. Қанибайқызы, Ж. Сүлейменова,**  
МАТЕРИАЛДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ТҮТҚЫРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ НЕГІЗІНДЕ  
ГАРМОНИЯЛЫҚ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУ ЕСЕБІ.....16

**А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова**  
ФИЗО ЭФФЕКТИСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЮКАВА ПОТЕНЦИАЛЫН  
ЗЕРТТЕУ.....33

**А. Исляуп, Л. Мясникова, А. Лущик**  
NaX (X = F, Cl) НАНООБЪЕКТІЛЕРІНІҢ КҮЙ ТЫҒЫЗДЫҒЫН  
КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....49

**Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова**  
АЙНЫМАЛЫ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТІ БАР ОРБИТАЛЫҚ ДИНАМИКАҒА.....61

**А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов**  
ҚАЗАҚСТАНДА АССЫ-ТҮРГЕН ОБСЕРВАТОРИЯСЫНДА ГЕОТҰРАҚТЫ  
СЕРІКТЕРДІҢ СПЕКТРЛІК БАҚЫЛАУЛАРЫ.....69

**А.Қ. Шонғалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова**  
СУРЬМА ОКСИХЛОРИДІНІҢ КӨЛЕМДІ КРИСТАЛДАРЫН АЛУ ЖӘНЕ  
ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....82

**С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров**  
АЙҒА ЖАҚЫН ОРБИТАДАҒЫ СИМБИОТИКАЛЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ  
ИНФРАҚЫЗЫЛ БАҚЫЛАУЛАРЫ: МІНДЕТТЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ.....90

### ХИМИЯ

**А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова**  
МЫРЫШ-ФОСФАТТЫ ЦЕМЕНТІНІҢ АГРЕССИВТІ ОРТАНЫҢ ӘСЕРІНЕ  
ХИМИЯЛЫҚ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....103

**Ғ. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен**  
*LYTHRUM SALICARIA L.* ТАМЫРЛАРЫНЫҢ ГЕКСАНДЫ СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ  
ХИМИЯЛЫҚ КОМПОНЕНТТЕРІ.....115

- Н. Болатқызы, А.Б Амангелді, Б.Е Дюсебаев, Г.Е Берганаева,  
М.А Дюсебаева**  
*RUBUS HYBRID* ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНІҢ ҚҰРАМЫНАН АМИН  
ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожახиева, Д.Е. Нурмуханбетова,  
А.Ж. Божбанов**  
ҰЙЫТҚЫ ҚОСЫЛҒАН НАННЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ  
МЕН ҚАУІПСІЗДІГІ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**  
КАТИОНИТ КУ-2-8 ЖӘНЕ АНИОНИТ П4ВП ИНТЕРПОЛИМЕРЛІК  
ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНФОРМАЦИЯЛЫҚ  
ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева,  
Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**  
ЭКСПЕРИМЕНТТІК ИНТОКСИКАЦИЯ КЕЗІНДЕГІ ТҰҚЫ  
МЕЗОНЕФРОСЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ.....157
- М.Қ. Құрманалиев, Ж.Д. Алимқұлова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Әбілқасова,**  
ТИАКРАУН-ЭФИРЛЕР НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА СОРБЕНТТЕР: АЛУ ЖӘНЕ  
КҮМІСТІ БӨЛУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....168
- М.Т. Тельманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**  
ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗДЕРДІ ҚҰРУ, ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ МОДУЛІМЕН БІРГЕ  
ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ТҮТІН ГАЗДАРЫН ТАЗАРТУ  
ЖҮЙЕЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ.....179

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

**А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова**  
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ  
НАПОЛНИТЕЛЯМИ.....5

**Г. Енсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмуратов, К. Канибайкызы,  
Ж. Сулейменова**  
ЗАДАЧИ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ  
РЕОЛОГИЧЕСКИХ ВЯЗКИХ СВОЙСТВАХ МАТЕРИАЛА.....16

**А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова**  
ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЮКАВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА  
ФИЗО.....33

**А. Истляуп, Л. Мясникова, А. Лущик**  
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ СОСТОЯНИЯ  
НАНООБЪЕКТОВ NaX (X = F, Cl).....49

**Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова**  
К ОРБИТАЛЬНОЙ ДИНАМИКЕ С ПЕРЕМЕННЫМ  
ЭКЦЕНТРИСИТЕТОМ.....61

**А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов**  
СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ НА  
ОБСЕРВАТОРИИ АССЫ-ТУРГЕНЬ В КАЗАХСТАНЕ.....69

**С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров**  
ИНФРАКРАСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗВЕЗД  
С ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЫ: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....82

**А.К. Шонгалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова**  
ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ КРИСТАЛЛОВ ОКСИХОЛОРИДА СУРЬМЫ И  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....90

### ХИМИЯ

**А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова**  
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ЦИНК-ФОСФАТНОГО  
ЦЕМЕНТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНЫХ СРЕД.....103

- Г. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен**  
ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ГЕКСАНОВОГО ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ  
*LYTHRUM SALICARIA* L.....115
- Н. Болаткызы, А.Б Амангелди, Б.Е. Дюсебаев, Г.Е Берганаева,  
М.А Дюсебаева**  
ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В  
СОСТАВЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *RUBUS HYBRID*.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожахиева, Д.Е. Нурмуханбетова,  
А.Ж. Божбанов**  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ХЛЕБА  
С ЗАКВАСКОЙ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**  
ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И КОНФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ  
ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ КАТИОНИТА КУ-2-8 И АНИОНИТА  
П4ВП.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева,  
Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**  
МОРФОЛОГИЯ МЕЗОНЕФРОСА КАРПА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
ИНТОКСИКАЦИИ.....157
- М.К. Курманалиев, Ж.Д. Алимкулова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова**  
НОВЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ТИАКРАУН-ЭФИРОВ: ПОЛУЧЕНИЕ И  
ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА.....168
- М.Т. Телманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**  
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ, ВКЛЮЧАЯ МОДУЛЬ  
ДЕКАРБОНИЗАЦИИ, ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ  
ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ.....179

## **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 13.12.2024.

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

12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.