

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,
catalysis and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

2 (455)

APRIL – JUNE 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

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

Редакция алқасы:

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

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

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

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

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

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

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

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

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.) Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

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

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

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:

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

АГАБЕКОВ В ладимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

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

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023

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

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

Editor in chief:

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

Editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

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

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

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

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 63–74

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.164>

UDC 666.763

© N. Zhanikulov^{1*}, A. Abdullin², B. Taimasov², M. Kenzhehan¹, 2023

¹Academician E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Kazakhstan;

²M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

INVESTIGATION OF PHOSPHORIC SLAG FOR OBTAINING OF ZINC-PHOSPHATE COMPOSITE CEMENT

Zhanikulov Nurgali — PhD, assistant professor, academician E.A. Buketov Karaganda university, Universitetskaya street, 28, 100028, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Abdullin Aidana — PhD student, M. Auezov South Kazakhstan university, Avenue Tauke-Khan, 5, 160012, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: aidana_gkz@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

Taimasov Bahitzhan — Doctor of technical sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan university, Avenue Tauke-Khan, 5, 160012, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: taimasovukgu@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

Kenzhehan Maruan — master student, academician E.A. Buketov Karaganda university, Universitetskaya street, 28, 100028, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: maruan_93@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6793-0089>.

Abstract. In the scientific article, a study was conducted on waste disposal of «Novo-Zhambyl Phosphorus Plant» LLP for the production of zinc-phosphate composite cement. Phosphorus slag contains oxides P_2O_5 and F, which are considered an important compound in the production of zinc-phosphate cement. The study of the phase structure, mineralogical and oxide composition, the amount of radionuclides and radioactivity of phosphoric slag in the preparation of dental composite material is very relevant. The chemical composition of phosphoric slag was determined, (%): SiO_2 –41,98; Al_2O_3 –3,06; Fe_2O_3 –0,74; CaO –40,92; MgO –2,30; SO_3 –2,30; F–1,45; P_2O_5 –2,01; CaF_2 –4,5; Ca_3P_2 –0,3. Diffraction maxima of pseudovollastonite, wollastonite and melilite minerals were determined during X-ray diffraction analysis. As a result of the DTA analysis, the exothermic effect of the pseudovollastonite mineral was observed at a temperature of 920°C. The SEM analysis showed that no harmful radioactive elements (U, Th, Ra) and their daughter particles were detected. The actual effective activity of radionuclides in phosphoric slag was 176 ± 25 Bq/kg, the exposure dose rate was 0,12 msv/h. This indicator is below the permissible power of 0,2+ background mSv/h. It is important to introduce phosphoric slag into the composition of zinc-phosphate cement

based on mechanical activation. As a result of mechanical activation of phosphoric slag, the specific surface area of slag decreased from 3585 cm²/g to 1104 cm²/g. The average particle size of the powder increased to 6,2–20,0 microns. As a result of grinding, which lasted 5 hours, the residue on the 008 sieve was 0,08 %. The use of phosphorus slag in the production of zinc-phosphate dental cement allows you to reduce the price of cement, reduce the cost of dental services, improve the environmental situation and increase the physical and mechanical properties of cement.

Keywords: Phosphoric slag, zinc, radioactivity, composite material, zinc-phosphate cement

This work was financially supported by the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan (grant of Tauelsizdik Urpaktary).

© Н. Жаникулов^{1*}, А. Абдуллин², Б. Таймасов², М. Кенжехан¹, 2023

¹Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,
Қарағанды, Қазақстан;

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан.
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

МЫРЫШ-ФОСФАТТЫ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЦЕМЕНТ АЛУ ҮШІН ФОСФОР ШЛАГЫН ЗЕРТТЕУ

Жаникулов Нурғали — PhD докторы, профессор ассистенті, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Университетская көшесі, 28, 100028, Қарағанды, Қазақстан
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Абдуллин Айдана — PhD докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тауке Хан даңғылы, 5, 160012, Шымкент, Қазақстан
E-mail: aidana_gkz@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

Таймасов Бахитжан — техника ғылымдарының докторы, профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тауке Хан даңғылы, 5, 160012, Шымкент, Қазақстан
E-mail: taimasovukgu@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

Кенжехан Маруан — магистрант, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Университетская көшесі, 28, 100028, Қарағанды, Қазақстан
E-mail: maruan_93@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6793-0089>.

Аннотация. Ғылыми мақалада мырыш-фосфатты композициялық цемент алу үшін ЖШС «Жаңа-Жамбыл фосфор зауытының» қалдығын кәдеге жарату бойынша зерттеу жүргізілді. Фосфор шлагының құрамында кездесетін P₂O₅ және F оксидтері мырыш-фосфатты цемент алуда маңызды қосылыс болып саналады. Стоматологиялық композициялық материал өндіруде фосфор шлақтың фазалық құрылымын, минералды және оксидті құрамын, белсенді радионуклидтердің саны мен радиоктивтілігін зерттеу өте өзекті. Фосфор шлақты химиялық әдіспен зерттеу нәтижесінде құрамы (%): SiO₂–41,98; Al₂O₃–3,06; Fe₂O₃–0,74; CaO–40,92; MgO–2,30; SO₃–2,30; F–1,5; P₂O₅–2,01; CaF₂–4,5; Ca₃P₂–0,3 анықталы. РФА талдау кезінде псевдоволластонит, волластонит және мелилит минералдардың дифракциялық максимумдары анықталды. ДТА талдау нәтижесінде 920 °C кезінде

псевдоволластонит минералының экзотермиялық әсері байқалды. РЭМ талдауда зиянды радиоактивті элементтер (U, Th, Ra) және олардың еншілес бөлшектері сияқты радионуклидтер кездескен жоқтығы дәлелденді. Фосфор шлағындағы радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігі 176 ± 25 Бк/кг, экспозициялық доза қуаты $0,12$ мкЗв/сағ тең болды. Бұл көрсеткіш рұқсат етілген $0,2 + \text{фон}$ мкЗв/сағ қуатынан төмен екендігін дәлелдейді. Фосфор шлағын мырыш-фосфатты цемент құрамына механикалық белсендіру негізінде ендіру маңызды. Фосфор шлағын механикалық белсендіру нәтижесінде, шлақтың үлестік беті 3585 см²/г-нан 1104 см²/г дейін төмендеді. Ұнтақ бөлшектерінің орташа өлшемі $6,2 - 20,0$ мкм дейін жоғарлады. 5 сағатқа созылған ұнтақтау нәтижесінде 008 електегі қалдық мөлшері $0,08$ % құрады. Мырыш-фосфатты стоматологиялық цемент өндіруде фосфор шлағын қолдану цемент бағасының төмендеуіне, стоматологиялық қызмет түрінің арзандауына, экологиялық жағдайдың жақсаруына, цементтің физикалық-механикалық көрсеткіштерінің артуына мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Фосфор шлағы, мырыш, радиобелсенділік, композициялық материал, цинк-фосфатты цемент

Бұл жұмысты Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі қаржылай қолдады (Тәуелсіздік ұрпақтары гранты).

© Н. Жаникулов^{1*}, А. Абдуллин², Б. Таймасов², М. Кенжехан¹, 2023

¹Қарагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,
Қараганда, Казахстан;

²Южно-Казахстанский университет им. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОСФОРНОГО ШЛАГА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИНК-ФОСФАТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ЦЕМЕНТА

Жаникулов Нурғали — доктор PhD, ассистент профессор, Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, ул. Университетская, 28, 100028, Караганда, Казахстан
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Абдуллин Айдана — докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, проспект Тауке-Хана, 5, 160012, Шымкент, Казахстан
E-mail: aidana_gkz@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

Таймасов Бахитжан — доктор технических наук, профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, проспект Тауке-Хана, 5, 160012, Шымкент, Казахстан
E-mail: taimasovukgu@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

Кенжехан Маруан — магистрант, Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, ул. Университетская, 28, 100028, Караганда, Казахстан
E-mail: maruan_93@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6793-0089>.

Аннотация. Проведено исследование по утилизации отходов ТОО "Ново-Жамбылского фосфорного завода" для производства цинк-фосфатного композиционного цемента. В составе фосфорного шлака содержатся оксиды P_2O_5 и F, которые считаются важным соединением при получении цинк-фосфатного

цемента. Изучение фазовой структуры, минералогического и оксидного состава, количества радионуклидов и радиоактивности фосфорного шлака при получении стоматологического композиционного материала очень актуально. Определен химический состав фосфорного шлака, (%): SiO_2 –41,98; Al_2O_3 –3,06; Fe_2O_3 –0,74; CaO –40,92; MgO –2,30; SO_3 –2,30; F–1,5; P_2O_5 –2,01; CaF_2 –4,5; Ca_3P_2 –0,3. Дифракционные максимумы минералов псевдоволластонита, волластонита и мелилита были определены в ходе рентгеноструктурного анализа. В результате ДТА анализа экзотермический эффект минерала псевдоволластонита наблюдался при температуре 920°C. РЭМ-анализ показал, что никаких вредных радиоактивных элементов (U, Th, Ra) и их дочерних частиц не обнаружено. Фактическая эффективная активность радионуклидов в фосфорном шлаке составила 176±25 Бк/кг, мощность экспозиционной дозы – 0,12 мЗв/ч. Этот показатель ниже допустимой мощности в 0,2+ фоновых мЗв/ч. Важно ввести фосфорный шлак в состав цинк-фосфатного цемента на основе механической активации. В результате механической активации фосфорного шлака удельная поверхность шлака уменьшилась с 3585 см²/г до 1104 см²/г. Средний размер частиц порошка увеличился до 6,2–20,0 мкм. В результате измельчения, которое продолжалось 5 часов, остаток на сите 008 составил 0,08 %. Использование фосфорного шлака при получении цинк-фосфатного стоматологического цемента позволяет снизить цену на цемент, снизить стоимость стоматологических услуг, улучшить экологическую обстановку и повысить физико-механические свойства цемента.

Ключевые слова: фосфорный шлак, цинк, радиоактивность, композиционный материал, цинк-фосфатный цемент

Эта работа была финансово поддержана Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан (грант Тәуелсіздік ұрпақтары).

Кіріспе

Қазақстанда стоматологияда қолданатын цементтердің ешқандай түрі өндірілмейді. Еліміз бұл композициялық материал түрін шет елдерден импорттауға мәжбүр. Соңғы 10 жылда Қазақстанға стоматология саласына қажетті композициялық материалдарды Германия, АҚШ, Ресей, Қытай, Швейцария, Франция, Ұлыбритания, Жапония және Оңтүстік Корея секілді мемлекеттерден жеткізген (Analysis, 2021). БҰҰ-ның мәліметіне сәйкес, Қазақстанға стоматологиялық цементтерді экспорттаушы елдердің қатарында Германия – 54 %, АҚШ – 14 %, Франция – 8 %, Швейцария – 7 %, Ресей – 5 % және басқада елдер – 12 % құраған (UN in Kazakhstan, 2022).

Стоматологиялық материалдар - тістерді уақытша қалпына келтіруде, пульпаны қорғауда, қуыстарды толтыруда, седация немесе окшаулауда, бекітілген протездерді цементтеуде қолданылатын арнайы сұйықтықпен араластырғанда қатты күйге айналатын композициялық материалды айтады. Заманауи стоматологияда халықаралық классификацияға сәйкес цементтердің 8 түрі кездеседі (Abdurakhmanov және т.б., 2016), олар:

- мырыш-фосфатты;

- мырыш-евгенолды;

- силикатты;
- силикофосфатты;
- бактерицидті;
- поликарбоксилатты;
- шыны иономерлі;
- полимерлі.

Мырыш-фосфатты цемент - 90% мырыш металл оксиді (ZnO), 10% магний оксиді (MgO) ұнтағынан және фосфор қышқылының сулы ерітіндісімен (H_3PO_4) әрекеттесуі нәтижесінде қатаятын материал (Choon-Keun, 1997). Ұнтақ пен сұйықты араластырған кезде экзотермиялық реакция жүреді, ол суда ерімейтін мырыш фосфатын түзеді. Цементті орнату уақыты 2,5–8 минуттан басталады, пленканың қалыңдығы 20 мкм, су/цемент қатынасы – 0,5, пісіргеннен кейінгі жұмыс уақыты – 5 мин, қысу беріктігі – 104 МПа, ал созылу – 5,5 МПа құрайды (Vishakha, 2020). H_3PO_4 жылдам бейтараптандыру арқылы цемент тіс целлюлозасын тітіркендірмейді (Leung және т.б., 2022).

Мырыш-фосфатты цементтің химиялық құрамында кездесетін ZnO, MgO және т.б. оксидердің ұнтақталған құрамдас бөліктері химиялық қатынасына қарай араласып, электр пеште 950–1300°C температура диапазонында 4–6 сағат күйдіріледі. Күйірілген жартылай дайын өнімді реакция түзу үшін ортофосфор қышқылмен әрекеттестіріп алады (С.-К Park және т.б., 1998). Мырыш-фосфатты цементтің қатаю реакциясын кешіктіру мен беріктігін арттыру мақсатында алюминий фосфатын ($AlPO_4 \cdot nH_2O$) қолданған. Нәтижесінде цемент беріктігі 100,6 МПа болған. Мұнда, % $AlPO_4 \cdot nH_2O=11,9$, $ZnO=37,2$, $H_3PO_4=50,9$ (Jabri және т.б., 2012).

Қазіргі уақытта, әлемде Джон Фишер, Стеван Шварц, Бэнджамен Палмер, Ли Хоу және Джон Ходсон ғалымдар мырыш фосфатты цементтің жаңа құрамдарын ойлап тауып, олардың қасиеттерін жақсарту бойынша жұмыс жасап жатыр (Viani және т.б., 2017).

Біздің ғылыми-зерттеу жұмыста мырыш-фосфатты цементтің жоғары тұрақтылыққа, уақыт бойынша адгезиялық беріктікке, төмен тозуға, физика-химиялық төзімділікке, жоғары физика-механикалық көрсеткіштерге және жоғары реминерализациялық қасиеттерге толық жарамды цементтеуші материал алу мақсатында фосфор шлағын қолдану мүмкіндігі қарастырылады.

Фосфор шлағында кездесетін Р және F элементтері мырыш-фосфатты цементке енгенде маңызды роль атқарады. Мырыш-фосфатты цемент құрамына фосфор шлағын ендіру цемент беріктігін, су мен атмосфералық жағдайға төзімділігін жақсартады. Сонымен қатар, фосфор шлағы өндіріс қалдығы болғандықтан арзан бағамен алуға болады (Svetlov, 2017; Arun және басқ., 2023; Carlos және т.б., 2022).

Мырыш-фосфатты цементке фосфор шлағын белсендіру арқылы ендіреді. Яғни, фосфор шлақты белсендірудің термиялық, сілітілік, қышқылды, механикалық және аралас тәсілдері бар. Соның ішінде, тиімділігі жоғары - механикалық белсендіру. Механикалық белсендіру кезінде фосфор шлақ бөлшектерін шарлы диірменде ұнтақтау арқылы жақсартады.

Жоғарыда келтірілген деректердің нәтижесінде фосфор шлағын мырыш-фосфатты цемент алуда қосымша қоспа ретінде құрамына ендіру және толыққанды зерттеу өзекті болып табылады. Бұл ғылыми мақалада негізгі объект

ретінде Тараз қаласында орналасқан «Жаңа Жамбыл фосфор зауытының» шлагы қарастырылған.

Материалдар мен зерттеу әдістері

Химиялық талдау — ерітінділердегі анықталатын заттардың химиялық реакцияларына негізделген әдістер арқылы материалдың құрамын анықтау (Andreeva, 2011). Бастапқы материалдардың химиялық құрамы МЕСТ 5382–2019 «Цемент және цемент өндірісінің материалдары. Химиялық талдау әдістері» бойынша анықталды (GOST5382–2019, 2019).

Рентгенофазалық талдау — шикізат материалдарының, өндіріс қалдықтардың және алынған өнімнің, цементтердің фазалық құрамының сапасы мен мөлшерін анықтайды. Рентгенофазалық талдау ДРОН-3 құрылғысында жүргізілді. ДРОН-3 рентгенофазалық аппараты келесі факторлармен жұмыс істейді: қоршаған орта температурасы 10-35°C; салыстырмалы ылғалдылық 25°C кезінде 80 % дейін; атмосфералық қысым 630–800 мм.сын. бағ. детектордың қозғалыс бұрыштарының диапазоны (дифракция бұрыштары) 0-ден +1660-ге дейін (сағат тіліне қарсы) және 0-ден-1000-ге дейін (сағат тілімен). Сатылы режимде детекторды жылжыту қадамдары: 0,01; 0,02; 0,05; 0,10; 0,20; 0,50; 1,000. Өздігінен жазылатын потенциометр таспасындағы бұрыштық белгі 0,1 немесе 1,0 θ арқылы жүзеге асырылады. Рентген түтігі 1,5 BSV 23 Cu (Esimov және т.б., 2012).

Дифференциалды термиялық талдау - жылудың бөлінуімен немесе сіңуімен бірге қыздыру кезінде зерттелетін материалдарда болатын физика-химиялық түрлендірулерді зерттеу үшін қолданылады. Әдістің мәні зерттелетін және анықтамалық үлгілер арасындағы температура айырмашылығын бір уақытта және бірдей қыздыру немесе салқындату кезінде өлшеу болып табылады. Дифференциалды-термиялық талдау Q-1500D құрылғысында орындалды. Q-1500D дериватографы заттардың термиялық өзгеруін, зат массасының өзгеруін, заттың массасы мен жылу сыйымдылығының өзгеру жылдамдығын және квазитермиялық, квази-изобарлық зерттеулерді зерттеуге арналған (Muzakozha және т.б., 2013).

Растворлы электрондық-микроскопиялық талдау үлгінің 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. Үлгілерді электрондық-микроскопиялық талдау JEOL JSM-6490 LV маркалы электрондық микроскоптың көмегімен жүргізілді (Shadrov, 2014).

«ДКГ-02У Арбитр» жоғары сезімтал радиометр-дозиметрі гамма-сәулелену көздерін анықтауға, қоршаған ортаны, жұмыс орындарын, қондырғылар мен көлік құралдарын радиациялық бақылауға, металл сынықтарын, шикізат және материалдардың басқа түрлерін, оның ішінде құрылыс материалдарын бақылауға арналған. Радиациялық бақылау жүргізу әдістемесі алдымен сыналатын материал қабатқа жайылып, гамма-сәулелену дозасының қуатын бір өлшеу жүргізіледі.

Өлшеу 0,1 м тор бойынша іздеу радиометрінің көмегімен жүзеге асырылады, егер сынық бетінен гамма-сәулеленудің ЭҚК жердің табиғи радиациялық фонынан 0,2 мкЗв/сағ асатын болса, материал радиоактивті ластанған болып саналады (Zhanikulov және т.б., 2020).

Фосфор шлагы — фосфат кендерін пайдалану арқылы 1300-1500°C температурада электр пешінде термиялық әдіспен фосфор алу кезінде түзілетін қалдықты айтамыз. Фосфор шлагының химиялық құрамында шамамен 30–40 % - SiO_2 , 10–20 % - CaO , 5–15 % — Al_2O_3 кездеседі. Фосфор шлагына МЕСТ 3476-2019 Цемент өндіруге арналған түйіршіктелген домна және электротермофосфор шлактары талаптар қойылады (GOST3476–2019, 2019).

Нәтижелер және талқылаулар

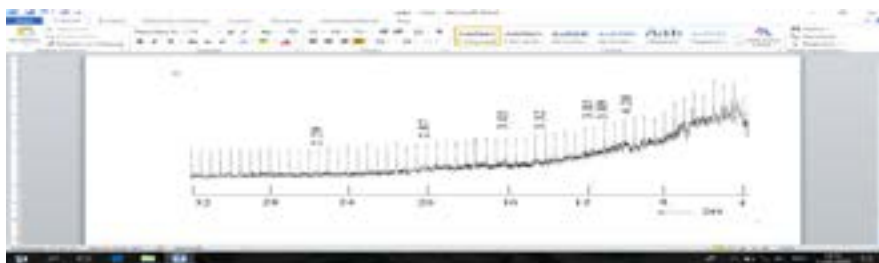
ЖШС «Жаңа-Жамбыл фосфор зауытының» шлагына химиялық, рентгенофазалық, дифференциалды-термиялық, дозиметриялық талдау жүргізілді. Химиялық талдау АҚ «Шымкентцемент» зауытының орталық лабораториясында орналасқан заманауи «XRF Axios FAST» көп элементті спектрометр құрылғысының көмегімен анықталды.

1 - кесте. Фосфор шлагының химиялық құрамы

Шикізат компоненті	Химиялық құрамы, сал. %												
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	F	P_2O_5	CaF_2	Ca_3P_2	жалпы
Фосфор шлагы	41,98	3,06	0,74	40,92	2,30	1,15	0,39	1,01	1,5	2,01	4,5	0,3	99,86

Химиялық-минералогиялық құрамы бойынша фосфор шлагы (%): SiO_2 –41,98; Al_2O_3 –3,06; Fe_2O_3 –0,74; CaO –40,92; MgO –2,30; SO_3 –2,30; F–1,5; P_2O_5 –2,01; CaF_2 –4,5; Ca_3P_2 –0,3 тұрады. Құрамында шыны тәрізді фаза саны 90–95 % құрайды.

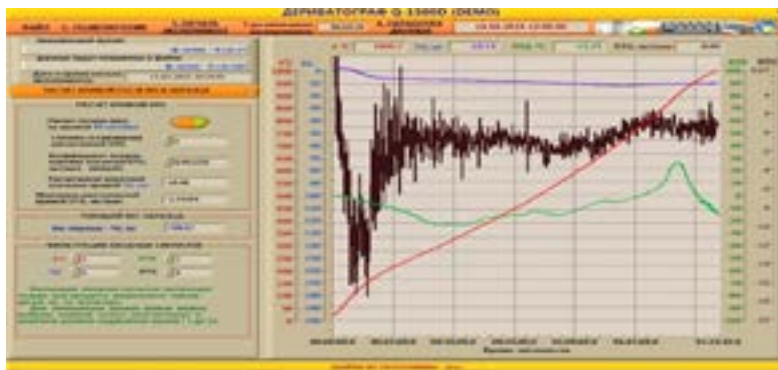
Фосфор шлагына рентгенофазалық талдау М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «САПА» ғылыми-зерттеу және сынақ орталығында жүргізілді. Фосфор шлагының рентгенограммасы 1-суретте көрсетілген.



1 – сурет. Фосфор шлагының рентгенограммасы
(Fig. 1. X-ray of phosphorus slag)

Рентгенофазалық талдау нәтижесінде фосфор шлагының құрамында псевдоволластонит ($\alpha\text{-CaO}\cdot\text{SiO}_2$) $d/n=4,26; 3,85; 3,32$; волластонит ($\beta\text{-CaO}\cdot\text{SiO}_2$) $d/n=3,89; 3,05$; және мелилит [$\text{Ca}_2(\text{Al,Mg,Si})\text{Si}_2\text{O}_3$] $d/n=2,87; 2,29$ минералдардың дифракциялық максимумдары анықталды. Фосфор шлагында жүретін физика-

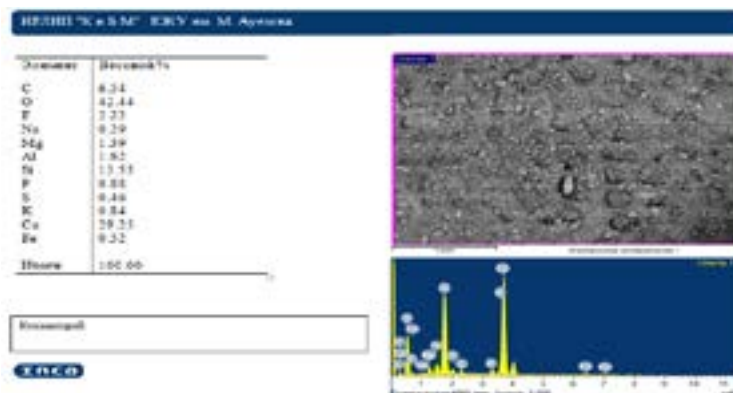
химиялық өзгерістерді зерттеу үшін дифференциалды термиялық талдау (ДТА) әдісі қолданылды. Фосфор шлагы түсірілген дериватограммасы 2-суретте көрсетілген.



2 – сурет. Фосфор шлагының дериватограммасы
(Fig. 2. Derivatogram of phosphorus slag)

Фосфор шлагының ДТА қисығында максимум 920°C кезінде терең экзотермиялық әсер анықталды. Әсер ету процесі 870°C температурада басталады, бұл фосфор шлагы құрамында псевдоволластонит минералының бар екенін көрсетеді. Фосфор шлагында ретсіз құрылымы бар шыны фаза саны 95–98 % құрайды. Температураның жоғарылауымен адсорбцияланған судың аз мөлшерін кетіру арқылы массаның шамалы жоғалуы (ТГ қисығы) байқалады.

Фосфор шлагының құрылымына «Конструкциялық және биохимиялық материалдар» инженерлік бейіндегі сынақ аймақтық зертханасында JEOL JSM-6490LV құрылғысының көмегімен расторлы электронды микроскопиялық талдау жүргізілді. Электронды-микроскопиялық энергия дисперсиялық микроанализі 3-суретте көрсетілген.



3 – сурет. Фосфор шлагының растрлық электронды-микроскопиялық энергия дисперсиялық микроанализі
(Fig. 3. Raster electron-microscopic energy dispersion microanalysis of phosphorus slag)

Расторлы электронды микроскопиялық талдау нәтижесінде фосфор шлақтың құрамында зиянды радиоактивті элементтер U, Th, Ra және олардың еншілес бөлшектері сияқты радионуклидтер кездескен жоқ. Сондай-ақ, улы, ауыр металл Zn, Cu, Pb, Be элементтері кездеспеді, мырыш фосфатты цемент алу кезінде қоспа ретінде қолдануға ұсынылады.

Фосфор шлагының құрамында кездесетін радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін мен радиоактивтілігін зерттеу Шымкент қаласының Ұлттық сараптама орталығындағы «Радиология» зертханасында «ДКГ-02У Арбитр» радиометр-дозиметр аппаратында жүргізілді.

2 - кесте. Фосфор шлагындағы экспозициялық доза қуаты

№	Материал атауы	Экспозициялық дозаның өлшенген қуаты, мкЗв / сағ			Экспозициялық дозаның рұқсат етілген қуаты, мкЗв / сағ		
		Еденнен грантка дейін (грант)			Еденнен грантка дейін (грант)		
		1,5 м	1 м	0,1 м	1,5 м	1 м	0,1 м
1	Фосфор шлагы	-	-	0,12	-	-	0,2+фон

Дозиметриялық бақылау нәтижесінде, фосфор шлагының құрамында экспозициялық доза қуаты 0,12 мкЗв/сағ тең болды. Бұл көрсеткіш рұқсат етілген 0,2+фон мкЗв/сағ қуатынан төмен екендігін дәлелдейді.

3 - кесте. Фосфор шлагындағы радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін анықтау

№	Материал атауы	Нақты тиімді белсенділік, Бк/кг	Нақты тиімді белсенділіктің рұқсат етілген деңгейі, Бк/кг	Материал класы	Сынақ әдісіне арналған нормативтік құжат
1	Фосфор шлагы	176±25	370	I	МЕСТ 30108-94

Фосфор шлагындағы радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін анықтау нәтижесінде, радионуклидтердің концентрациясы белгіленген нормадан 370 Бк/кг асқан жоқ. Фосфор шлагының нақты тиімді белсенділік мөлшері 176±25 Бк/кг тең болды. Бұл оның адам денсаулығына және қоршаған ортаға қауіп төндірмейді, сондай-ақ, мырыш-фосфат цемент алу кезінде қосымша қоспа ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Фосфор шлагын механикалық белсендіру шарлы диірменде орындалды. Шарлы диірменге 1 кг фосфор шлак, 3 кг 30–60 мм шар, 2 кг цильпес толтырылды. Ұнтақтау уақыты 5 сағатқа созылды. Қалдықтың үлестік беті мен бөлшектердің орташа өлшемдері ПСХ-12 құрылғысының көмегімен анықталды. Фосфор шлақты механикалық белсендіру нәтижесі 4 кестеде келтірілген.

4 - кесте. Фосфор шлақты механикалық белсендіру нәтижесі

Фосфор шлагы	Ұнтақтау уақыты, мин	№ 008 електегі қалдық, %	Үлестік беті, см ² /г	Бөлшектің орташа өлшемдері, мкм
	60	37,58	3585	6,2
	120	14,63	3241	6,8
	180	0,1008	1769	12,5

	240	0,045	1667	13,2
	300	0,08	1104	20,0

Фосфор шлағын механикалық белсендіру нәтижесінде, шлақтың үлестік беті 3585 см²/г-нан 1104 см²/г дейін төмендеді. Ұнтақ бөлшектерінің орташа өлшемі 6,2–20,0 мкм дейін жоғарлады. 5 сағатқа созылған ұнтақтау нәтижесінде 008 електегі қалдық мөлшері 0,08 % болды.

Қорытынды

1. Алғаш рет мырыш фосфатты цемент алу кезінде фосфор шлағын қолдану іске асырылатын болады.

2. Фосфор шлағының химиялық-минералогиялық құрамы анықталды, (%): SiO₂–41,98; Al₂O₃–3,06; Fe₂O₃–0,74; CaO–40,92; MgO–2,30; SO₃–2,30; F–1,5; P₂O₅–2,01; CaF₂–4,5; Ca₃P₂–0,3. Құрамында шыны тәрізді фаза саны 90–95 % құрады.

3. Рентгенофазалық талдау нәтижесінде фосфор шлағының құрамында псевдоволластонит (α -CaO·SiO₂) d/n=4,26; 3,85; 3,32; волластонит (β -CaO·SiO₂) d/n=3,89; 3,05; және мелилит [Ca₂(Al,Mg,Si)Si₂O₃] d/n=2,87; 2,29 минералдары анықталды.

4. Растворлы электронды микроскопиялық талдау нәтижесінде құрамында зиянды радиоактивті элементтер U, Th, Ra және олардың еншілес бөлшектері сияқты радионуклидтер кездескен жоқ. Сондай-ақ, улы, ауыр металл Zn, Cu, Pb, Be элементтері кездеспеді, мырыш фосфатты цемент алу кезінде қоспа ретінде қолдануға ұсынылады.

5. Дозиметриялық бақылау нәтижесінде, фосфор шлағының құрамында экспозициялық доза қуаты 0,12 мкЗв/сағ болды. Бұл көрсеткіш рұқсат етілген 0,2+фон мкЗв/сағ қуатынан төмен екендігін дәлелдейді.

6. Радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін анықтау нәтижесінде, радионуклидтердің концентрациясы белгіленген нормадан 370 Бк/кг асқан жоқ. Нақты тиімді белсенділік мөлшері 176±25 Бк/кг болды. Бұл оның адам денсаулығына және қоршаған ортаға қауіп төндірмейді, сондай-ақ, мырыш-фосфат цемент алу кезінде қосымша қоспа ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

7. Механикалық белсендіру нәтижесінде, шлақтың үлестік беті 3585 см²/г-нан 1104 см²/г дейін төмендеді. Ұнтақ бөлшектерінің орташа өлшемі 6,2–20,0 мкм дейін жоғарлады. 5 сағатқа созылған ұнтақтау нәтижесінде 008 електегі қалдық мөлшері 0,08 % болды.

ӘДЕБИЕТТЕР

Абдурахманов А.И., Курбанов О.Р., 2016 — *Абдурахманов А.И., Курбанов О.Р.* Ортопедическая стоматология. ГЭОТАР-Медиа, Россия.

Анализ рынка стоматологических услуг в Казахстане в 2016–2020 гг, оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025., 2021 — *Анализ рынка стоматологических услуг в Казахстане в 2016–2020 гг, оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025.* Москва, 35. <https://marketing.rbc.ru/research/43058/>

Андреева Н.А., 2011 — *Андреева Н.А.* Химия цемента и вяжущих, СПбГАСУ, Россия.

Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth., 2023 — *Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth.* Biological Evaluation of zinc phosphate cement for potential bone contact Applications, Biomedicines, 11:2:250 <https://doi.org/10.3390/biomedicines11020250>

C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B., 1998 — *C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B.* Setting reaction and resultant structure of zinc phosphate cement in various orthophosphoric acid cement – forming liquids, *Cement and concrete research*, 28:1:141-150. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(97\)00223-8](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(97)00223-8)

Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero., 2022 — *Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero.* Multiphase phosphate cements from steel slags, *Journal of Sustainable cement-based materials*, 11:1:15-27. <https://doi.org/10.1080/21650373.2020.1863275>

Choon-Keun Park., 1997 — *Choon-Keun Park.* Synthesis and characterization of zinc phosphate cement powder and cement-forming liquid. *The Korean journal of Ceramics*, 3:4:269-273.

Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Жакипбаев Б.Е., 2012 — *Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Жакипбаев Б.Е.* Рентгеновский определитель минералов В.И. Михеева, ЮКГУ.

ГОСТ3476–2019 Гранулированные доменные и электротермофосфорные шлаки для производства цемента, 2019 — *ГОСТ3476–2019 Гранулированные доменные и электротермофосфорные шлаки для производства цемента.* Ввод. 2020-06-01. Межгосударственный стандарт: Стандартинформ, 2019. - 7 с.

ГОСТ5382-2019 Цементы и материалы для производства цемента. Методы химического анализа, 2019 — *ГОСТ5382-2019 Цементы и материалы для производства цемента. Методы химического анализа.* - Ввод. 2020-06-01. Межгосударственный стандарт: Издательство стандартов, 2019. - 69 с.

Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B., 2012 — *Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B.* Optimization of hardness and setting of dental zinc phosphate cement using a design of experiments, *Arabian journal of Chemistry*, 5. 347–351 c. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2010.09.004>

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

Мырзакожа Д.А., Мирзаходжаев А.А., 2013 — *Мырзакожа Д.А., Мирзаходжаев А.А.* Современные методы исследования, Редакционно-издательский центр КБТУ.

Шадров В.И., 2014 — *Шадров В.И.* Сканирующий электронный микроскоп JSM-6490LV с энергодисперсионными системами микроанализа INCA Energy.

Светлов А.Ю., 2017 — *Светлов А.Ю.* Современные стоматологические цементы, 4: 92–95.

ООН в Казахстане: Годовой отчет за 2021, 2022 годы — *ООН в Казахстане: годовой отчет за 2021 год.*

Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M.S., 2017 — *Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M-S.* 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>

Vishakha Dare., 2020 — *Vishakha Dare.* Zinc phosphate cement, <https://dentalpockets.com/blog/zinc-phosphate-cement/>

Жаникулов Н.Н., Таймасов Б.Т., Джанмулдаева Ж.К., Куандыкова А.Е., 2020 — *Жаникулов Н.Н., Таймасов Б.Т., Джанмулдаева Ж.К., Куандыкова А.Е.* Дозиметрический контроль порландцемента, полученного из свинцового шлака, *Вестник КазНИТУ*, 1:137. 685–688.

REFERENCES

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

Analysis of the dental services market in Kazakhstan in 2016–2020, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2021–2025., 2021 — *Analysis of the dental services market in Kazakhstan in 2016–2020, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2021–2025.* Moscow, 35. <https://marketing.rbc.ru/research/43058/> (in Russ.).

Andreeva N.A., 2011 — *Andreeva N.A.* Chemistry of cement and binders, SPbGASU, Russia. (in Russ.).

Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth., 2023 — *Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth.* Biological Evaluation of zinc phosphate cement for potential bone contact Applications, *Biomedicines*, 11:2:250 <https://doi.org/10.3390/biomedicines11020250> (in Eng.).

C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B., 1998 — *C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B.* Setting

reaction and resultant structure of zinc phosphate cement in various orthophosphoric acid cement – forming liquids, Cement and concrete research, 28:1. Pp. 141–150. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(97\)00223-8](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(97)00223-8) (in Eng.).

Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero, 2022 — *Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero*. Multiphase phosphate cements from steel slags, Journal of Sustainable cement-based materials, 11:1. Pp.15–27. <https://doi.org/10.1080/21650373.2020.1863275> (in Eng.).

Choon-Keun Park, 1997 — *Choon-Keun Park*. Synthesis and characterization of zinc phosphate cement powder and cement-forming liquid. The Korean journal of Ceramics, 3:4. Pp.269–273. (in Eng.).

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

GOST3476–2019 Granular blast-furnace and electrothermophosphorus slags for the production of cements, 2019 — *GOST3476-2019 Granular blast-furnace and electrothermophosphorus slags for the production of cements*. Input. 2020-06-01. Interstate standard: Standartinform, 2019. - 7 p. (in Russ.).

GOST5382–2019 Cements and materials for cement production. Methods of chemical analysis, 2019 — *GOST5382-2019 Cements and materials for cement production. Methods of chemical analysis*. - Input. 2020-06-01. Interstate standard: Publishing house of standards, 2019. - 69 p. (in Russ.).

Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B., 2012 — *Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B.* Optimization of hardness and setting of dental zinc phosphate cement using a design of experiments, Arabian journal of Chemistry, 5. Pp.347–351. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2010.09.004> (in Eng.).

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

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

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

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

UN in Kazakhstan: Annual Report 2021, 2022 — *UN in Kazakhstan: Annual Report 2021* (in Russ.).

Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M-S., 2017 — *Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M-S.* 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> (in Eng.).

Vishakha Dare., 2020 — *Vishakha Dare.* Zinc phosphate cement, <https://dentalpockets.com/blog/zinc-phosphate-cement/> (in Eng.).

Zhanikulov N.N., Taimasov B.T., Dzhanmuldaeva Zh.K., Kuandykova A.E., 2020 — *Zhanikulov N.N., Taimasov B.T., Dzhanmuldaeva Zh.K., Kuandykova A.E.* Dosimetric control of Portland cement obtained from lead slag, Bulletin of KazNITU, 1:137. Pp. 685–688. (in Russ.).

МАЗМҰНЫ

И. Акмалова, В. Меркулов ТҮРЛІ МАЙ ШИКІЗАТТАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ БЕТТІК-АКТИВДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ӘДІС.....5	5
М.Б. Ахтаева, Г.Е. Азимбаева, Ж.С. Мукагаева ЕКІҮЙЛІ ҚАЛАҚАЙ (<i>URTICA DIOCA L.</i>) ҚҰРАМЫНДАҒЫ ПОЛИФЕНОЛДЫ ҚОСЫЛЫСТАРДЫ, ФЛАВОНОИДТАРДЫ, КАРОТИНОИДТАРДЫ ЗЕРТТЕУ.....15	15
К.Б. Бажықова, Т.С. Бекежанова, Қ.Д. Рахимов СЕСКВИТЕРПЕНОИДТАР ҚАТАРЫНАН ХИМИЯЛЫҚ МОДИФИКАЦИЯЛАУ НЕГІЗІНДЕ ВИРУСҚА ҚАРСЫ ББЗ ІЗДЕСТІРУ.....24	24
М.Д. Даулетова, А.К. Үмбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И. Чаудхари <i>ATRAPHAXIS</i> ТҰҚЫМДАС ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНІҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ.....33	33
М.Ә. Дәуренбек СИНТЕЗ-ГАЗ ӨНДІРІСІНДЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОР РЕТІНДЕ ZnIn КҮРДЕЛІ СУЛЬФИДІН ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР ТУРАЛЫ (жағдайы мен тенденциялары).....43	43
Б.С. Гайсина, Л.К. Оразжанова, Б.Х. Мұсабаева, А.Н. Сабитова, Б.Б. Баяхметова ХИТОЗАН- НАТРИЙ АЛГИНАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ БИОҮЙЛЕСІМДІ КРИОҚҰРЫЛЫМДЫ АЛУ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....53	53
Н. Жаникулов, А. Абдуллин, Б. Таймасов, М. Кенжехан МЫРЫШ-ФОСФАТТЫ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЦЕМЕНТ АЛУ ҮШІН ФОСФОР ШЛАГЫН ЗЕРТТЕУ.....63	63
М.Ж. Жұрынов, Т.С. Бекежанова, К.Б. Бажықова, К.Д. Рахимов, З.М. Зиятбек ДӘРМЕНЕ ЖУСАНЫ (<i>ARTEMISIA CINA BERG.</i>) ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫНАН ЭФИР МАЙЛАРЫН БӨЛІП АЛУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ СТАНДАРТТАУ75	75
Б. Имангалиева, Б. Торсыкбаева, Г. Рахметова, Т. Нұрдаулетова, Б. Досанова ХИМИЯДАН "ТҮЗДАР ГИДРОЛИЗИ" ТАҚЫРЫБЫН ОҚЫТУДЫҢ ТИІМДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....85	85
А.Г. Исмаилова, Г.Ж. Аканова, Д.Х. Камысбаев, С. Исабекова НИТРАТТЫ ОРТАДАН ДИСПРОЗИЙДІ ДЭГФҚ-МЕН ЭКСТРАКЦИЯЛАУ.....98	98
Ж.А. Караев, Ж.У. Кобдикова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Имангалиева, Н.Р. Рахым ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА КРИТЕРИАЛДЫ ӘДІЛ БАҒАЛАУ.....111	111
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, З.И. Кобжасарова, Г.Э. Орымбетова, К.А. Уразбаева ҰЫТ ҚОЛДАНАТЫН ХАЛАЛ ШҰЖЫҚ ӨНІМДЕРІ.....124	124

Б.К. Масалимова, Г.Д. Джетписбаева, Е.В. Доқуцич, В.А. Садыков ОРГАНИКАЛЫҚ ТОТЫҚТЫРҒЫШТАР ҚАТЫСЫНДА ПЕРОВСКИТ ҚҰРЫЛЫМДЫ КҮРДЕЛІ ОКСИД LaCoO_3 АЛУ.....	143
Г.Э. Орымбетова, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, К.А. Уразбаева, М.К. Касымова, З.И. Кобжасарова ЕТ-КӨКӨНІС ПАШТЕТТІ ӨНДІРУДЕ ХАССП ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ.....	151
С.О. Садикалиева, С.Д. Сатыбалдинова, З.Д. Ершебулов, Е.В. Фокина, К.А. Шораева БИОПРЕПАРАТТАР ӨНДІРУ ҮШІН СУДЫ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.....	164

СОДЕРЖАНИЕ

И. Акмалова, В. Меркулов МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНОГО ЖИРОВОГО СЫРЬЯ.....	5
М.Б. Ахтаева, Г.Е. Азимбаева, Ж.С. Мукатаева ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ФЛАВОНОИДОВ, КАРОТИНОИДОВ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ (<i>URTICA DIOCAL</i>).....	15
К.Б. Бажыкова, Т.С. Бекежанова, К.Д. Рахимов ПОИСК БАВ ПРОТИВ ВИРУСА ИЗ РЯДА СЕСКВИТЕРПЕНОИДОВ НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ.....	24
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И. Чаудхари ОБРАЗОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОТНОГО СОСТАВА КАЗАХСТАНСКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА <i>ATRAPHAXIS</i>	33
М.А. Дауренбек О ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СЛОЖНОГО СУЛЬФИДА ZnIn В КАЧЕСТВЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИНТЕЗ-ГАЗА (состояние и тенденции).....	43
Б.С. Гайсина, Л.К. Оразжанова, Б.Х. Мұсабаева, А.Н. Сабитова, Б.Б. Баяхметова ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ БИОСОВМЕСТИМОЙ КРИОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАН-АЛБГИНАТА НАТРИЯ.....	53
Н. Жаникулов, А. Абдуллин, Б. Таймасов, М. Кенжехан ИССЛЕДОВАНИЕ ФОСФОРНОГО ШЛАГА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИНК-ФОСФАТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ЦЕМЕНТА.....	63
М.Ж. Жұрынов, Т.С. Бекежанова*, К.Б. Бажыкова, К.Д. Рахимов, З.М. Зиятбек СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ <i>ARTEMISIA</i> <i>SINA BERG.</i> И ИХ СТАНДАРТИЗАЦИЯ.....	75
Б. Имангалиева, Б. Торсыкбаева, Г. Рахметова, Т. Нурдаулетова, Б. Досанова ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ "ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ" ПО ХИМИИ.....	85
А.Г. Исмаилова, Г.Ж. Аканова, Д.Х. Камысбаев, С. Исабекова ЭКСТРАКЦИЯ ДИСПРОЗИЯ С ДЭЭГФК ИЗ НИТРАТНОЙ СРЕДЫ.....	98
Ж.А. Караев, Ж.У. Кобдикова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Имангалиева, Н.Р. Рахым СПРАВЕДЛИВОЕ КРИТЕРИАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ.....	111
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, З.И. Кобжасарова, Г.Э. Орымбетова*, К.А. Уразбаева ХАЛЯЛНЫЕ КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ГОВЯДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛОДА.....	124

Б.К. Масалимова, Г.Д. Джетписбаева, Е.В. Докунич, В.А. Садыков ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЖНОГО ОКСИДА СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА $LaCOO_3$ В ПРИ СУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ.....	143
Г.Э. Орымбетова, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, К.А. Уразбаева, М.К. Касымова, З.И. Кобжасарова ПРИМЕНЕНИЕ ХАССП СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСОРАСТИТЕЛЬНОГО ПАШТЕТА.....	151
С.О. Садикалиева, С.Д. Сатыбалдинова, З.Д. Ершебулов, Е.В. Фокина, К.А. Шораева ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОПРЕПАРАТОВ.....	164

CONTENTS

I. Akmalova, V. Merkulov METHOD OF OBTAINING SURFACTANTS BASED ON VARIOUS FATTY RAW MATERIALS.....	5
M.B. Akhtayeva, G.E. Azimbayeva, J.S. Mukataeva STUDY OF CARATINOID, FLAVONOID, POLYPHENOL COMPOUNDS OF DICOTYLEDONOUS NETTLE (<i>URTICA DIOCA L.</i>).....	15
K.B. Bazhykova, T.S. Bekezhanova, K.D. Rakhimov SEARCH FOR BAS AGAINST A VIRUS FROM A NUMBER OF SESQUITERPENOIDS BASED ON CHEMICAL MODIFICATION.....	24
M.D. Dauletova, A.K. Umbetova, G.S. Burasheva, M.I. Chaudhari COMPARATIVE STUDY OF THE ACID COMPOSITION OF KAZAKH PLANT SPECIES OF THE GENUS <i>ATRAPHAXIS</i>	33
M.A. Daurenbek ABOUT FOREIGN STUDIES OF ZnIn COMPOUND SULFIDE AS PHOTOCATALYSTS IN THE SYNTHESIS GAS PRODUCTION (status and tendencies).....	43
B.S. Gaisina, L.K. Orazzhanova, B.H. Musabayeva, A.N. Sabitova, B.B. Bayakhmetova OBTAINING AND STUDYING THE PROPERTIES OF A BIOCOMPATIBLE CRYOSTRUCTURE BASED ON CHITOSAN-SODIUM ALGINATE.....	53
N. Zhanikulov, A. Abdullin, B. Taimasov, M. Kenzhehan INVESTIGATION OF PHOSPHORIC SLAG FOR OBTAINING OF ZINC-PHOSPHATE COMPOSITE CEMENT.....	63
M.Zh. Zhurinov, T.S. Bekezhanova, K.B. Bazhykova, K.D. Rakhimov, Z.M. Ziyatbek METHODS OF EXTRACTING ESSENTIAL OILS FROM <i>ARTEMISIA CINA</i> BERG. PLANT RAW MATERIALS AND THEIR STANDARDIZATION.....	75
B. Imangaliyeva, B. Torsykbayeva, B. Dossanova, T. Nurdauletova, G. Rakhmetova EFFECTIVE TECHNOLOGY OF TEACHING "SALTS HYDROLYSIS" IN CHEMISTRY.....	85
A.G. Ismailova, G.Zh. Akanova, D.Kh. Kamysbayev, S. Isabekova EXTRACTION OF DYSPROSIUM BY D2EHPA FROM NITRATE MEDIUM.....	98
Zh. Karaev, Zh. Kobdikova, B. Torsykbaeva, B. Imangaliyeva, N. Rakhym FAIR CRITERIA EVALUATION IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS.....	111
M.K. Kassymova, R.S. Alibekov, Z.I. Kobzhasarova, G.E. Orymbetova, K.A. Urazbayeva HALAL BEEF SAUSAGE PRODUCTS USING MALT.....	124

B.K. Massalimova, G.D. Jetpisbayeva, E.V. Docuchits, V.A. Sadykov
OBTAINING A COMPLEX OXIDE WITH THE PEROVSKITE STRUCTURE LaCoO_3
IN THE PRESENCE OF ORGANIC REDUCING AGENTS.....143

**G.E. Orymbetova, R.S. Alibekov, E.A. Gabrilyants, K.A. Urazbayeva, M.K. Kassymova,
Z.I. Kobzhasarova**
APPLICATION OF HACCP SYSTEM FOR THE MEAT-PLANT PASTE PRODUCTION.....151

S.O. Sadikaliyeva, S.D. Satybaldinova, Z.D. Yershebulov, E.V. Fokina, K.A. Shorayeva
CHEMICAL ANALYSIS OF WATER USED IN THE PRODUCTION OF
BIOLOGICAL PRODUCTS.....16

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/ or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv> ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 05.07.2023.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф. 11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.