

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

2025 • 2



«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

Editor-in-Chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Acting President of RPA NAS RK, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Editorial Board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Science and Production Holding "Phytochemistry" (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ABIEV 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) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

OLIVIERO Rossi Cesare, PhD (Chemistry), Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

TIGINYANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

SANG SU Kwak, PhD (Biochemistry, Agricultural Chemistry), Professor, Chief Scientist, Research Center for Plant Systems Engineering, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

BERSIMBAYEV Rakhmetkazi Iskenderovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

CALANDRA Pietro, PhD (Physics), Professor, Institute for the Study of Nanostructured Materials (Rome, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

BOSHKAEV Kuantai Aygazyevich, PhD, Associate Professor, Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

BURKITBAEV Mukhambetkali, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ZHUSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

TAKIBAEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

KHARIN Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Branch of NRNU MEPhI Kazakh National University named after Al-Farabi (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ABISHEV Medeu Erzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ABILMAGZHANOV Arlan Zainutallaevich, PhD in Chemistry, First Deputy Director General of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky", (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

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. KZ31VPY00111215 issued 31. 01. 2025

Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2025

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрыңұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА РҚБ президенті м.а., АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакция ұжымы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, PhD (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САНГ-СУ Квак, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корея Биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. (Астана, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), нанокүрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

БОШКАЕВ Құнтай Ағвазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фарабиатындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

Бүркітбаев Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Мексика ұлттық автономиялық университеті (UNAM), Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, ҰЯЗУ МИФИ әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ӘБІШЕВ Медеу Ержанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ӘБІЛМАҒЖАНОВ Арслан Зайнуталлаұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы "Отын, катализ және электрохимия институты" АҚ Бас директорының бірінші орынбасары, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

«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.).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі 31.01.2025 ж. берген № KZ31VPY0011215 Күзлік.

Тақырыптық бағыты: *физика, химия.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

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

© «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2025

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. президента РОО НАН РК, Генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (PhD, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САИГ-СУ Квак, доктор философии (PhD, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (PhD, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

БОШКАЕВ Кунтайт Авгазыевич, PhD, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

БҮРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нургали Жаббагаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, кандидат физико-математических наук, доцент, Филиал НИЯУ МИФИ Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

АБИШЕВ Мелеу Ержанович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

АБИЛЬМАГЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

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 №**KZ31VPY0011215** о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан **31.01.2025**

Тематическая направленность: *физика, химия*.

Периодичность: 4 раза в год.

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

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2025

CONTENTS

PHYSICS

A.A. Gazizova, D.M. Nasirova, V.O. Kurmangaliyeva, Sh.I. Khamraev DISTRIBUTION OF PRESSURE AND TEMPERATURE IN NEUTRON STARS: NUMERICAL ANALYSIS.....	11
A. Dalelkhankyzy, G. Baimbetova, N. Koilyk, S. Toktarbay, A. Beisebayeva QUASISPIN FORMALISM OF INTERACTION BETWEEN BOSONS AND ITS APPLICATION IN NUCLEAR THEORY.....	22
N.K. Zhusupova, V.N. Zhumabekova, A.A. Zhadyranova DETERMINATION OF ANTINEUTRON-NUCLEAR SCATTERING AMPLITUDE.....	34
V. Mukamedenkyzy, B. Akberdiyev INVESTIGATION OF CONCENTRATION FIELDS IN BINARY GAS MIXTURES IN THE PRESENCE OF CONVECTIVE FLOWS.....	46
A.V. Serebryanskiy, Ch.B. Akniyazov, Ch.T. Omarov, S.Sittykova, D. Kadyrova SEARCHING FOR INNER-EARTH ASTEROIDS.....	62
G.B. Suliyeva, M.A. Makukov, E.G. Mychelkin TWO TYPES OF SCALAR BACKGROUND VISUALIZATION.....	79
U.A. Ualikhanova, A.M. Konys, A.B. Altaibayeva, Zh.M. Beisekeyeva DYNAMICAL SYSTEMS ANALYSIS OF $f(R,T) = R + \beta T^m$ COSMOLOGY.....	94
Zh.S. Umbetova, U.U. Abdizhalilova DYNAMICS OF THE EVOLUTION OF ANISOTROPIC COMPACT STARS IN $f(\tau)$ TELEPARALLEL GRAVITY.....	105
L.I. Shestakova, R.R. Spassyyuk DESTRUCTION OF SMALL BODIES COMPOSED OF SILICATES BY THERMAL STRESSES.THERMAL EMISSION OF DISRUPTION PRODUCTS.....	121
S.A. Shomshekova, L.K. Kondratyeva, I.V. Reva, L. Aktay, V.Y. Kim STUDIES OF THE MRK 766 GALAXY IN THE OPTICAL RANGE.....	138

CHEMISTRY

D.T. Altynbekova, B.K. Massalimova, B.E. Begenova, A. Darmenbayeva, M.D. Akanova SYNTHESIS AND STUDY OF PROTON CONDUCTIVITY OF NANOCOMPOSITES BASED ON COMPLEX OXIDES (LaNbO ₄) AND ALLOYS (NiCoOx, CuCoOx, NiCuOx).....	152
--	-----

D.Zh. Amantayeva, M.A. Dyusebayeva, B.K. Kopzhassarov, A.E. Berganayeva, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF ULMUS PUMILA LEAVE.....	164
A. Assanov, S.A. Mameshova, G.S. Tatykhanova, T.A. Savitskaya CHEMICAL AND MINERALOGICAL ANALYSIS OF KAZAKHSTAN CLAYS AND STUDY OF THEIR HYDRODISPERSIVE PROPERTIES.....	182
G.S. Akhmetova, U.B. Issayeva, K.D. Praliyev, M.T. Omyrzakov, T.M. Seilkhanov TECHNOLOGY OF PRODUCING 1-(2-ETHOXYETHYL)-4- ADAMANTANECARBONYLOXY-PIPERIDINE HYDROCHLORIDE AND STUDY OF ITS CYTOTOXICITY.....	206
G.Zh. Baisalova, G.K. Token, B.B. Torsykbaeva, A.D. Dukenbayeva, N. Rakhmetova STUDYING THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE PHRAGMITES COMMUNIS PLANT BY GAS CHROMATOGRAPHY–MASS–SPECTROMETRY.....	218
A. Yedilova, Z. Inelova, N. Kurbatova, B. Turalin PHYTOCHEMICAL STUDY OF MEDICINAL PLANT - HUMULUS LUPULUS L., FOR THE PURPOSE OF OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES.....	229
A. Kuandykova, B. Taimasov, E. Potapova, B. Zhakipbayev, N. Zhanikulov STUDY OF THE MICROSTRUCTURE OF CLINKERS OBTAINED FROM METALLURGICAL SLAG.....	242
X.A. Leontyeva, G.M. Khussurova, D.S. Puzikova, A.N. Nefedov, M. Zhurynov PERFORMANCE AND APPLICATION OF ORGANIC CORROSION INHIBITORS IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY OF THE CIS COUNTRIES. REVIEW.....	258
L.K. Orazzhanova, Zh.S. Kassymova, Zh.Zh. Nurtazina, D.K. Asserzhanov, K.K. Kabdulkarimova SYNTHESIS AND APPLICATION OF IRON NANOPARTICLES FOR THE PRODUCTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES CHLORELLA VULGARIS.....	275
B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.S. Rakhmetova SOLID CARBON DIOXIDE ADSORBENT BASED ON ALKALI METAL CARBONATES WITH PROMOTER ADDITIVES.....	291

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

А.А. Ғазизова, Д.М. Насирова, В.О. Құрманғалиева, Ш.И. Хамраев. НЕЙТРОНДЫ ЖҰЛДЫЗДАРДАҒЫ ҚЫСЫМ МЕН ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ТАРАЛУЫНА САНДЫҚ ТАЛДАУ.....	11
А. Дәлелханқызы, Г. Баймбетова, Н. Қойлық, С. Тоқтарбай, А. Бейсебаева БОЗОНДАР АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ӘСЕРЛЕСУДІҢ КВОЗИСПИНДІК ФОРМАЛИЗМІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЯДРОЛЫҚ ТЕОРИЯДАҒЫ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	22
Н.К. Жусупова, В.Н. Жумабекова, А.А. Жадыранова АНТИНЕЙТРОНДАРДЫҢ ЯДРОДАН ШАШЫРАУ АМПЛИТУДАСЫН АНЫҚТАУ.....	34
В. Мукамеденқызы, Б. Ақбердиев КОНВЕКТИВТІ АҒЫНДАР КЕЗІНДЕ БИНАРЛЫ ГАЗ ҚОСПАЛАРЫНДАҒЫ КОНЦЕНТРАЦИЯЛЫҚ ӨРІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	46
А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова ІШКІ ЖЕР ОРБИТАСЫНДА АСТЕРОИДТАРДЫ ІЗДЕУ.....	62
Г.Б. Сулиева, М.А. Макуков, Э.Г. Мычелкин СКАЛЯРЛЫ ФОННЫҢ ЕКІ ТҮРЛІ ВИЗУАЛИЗАЦИЯСЫ.....	79
У.А. Уалиханова, А.М. Қоныс, А.Б. Алтайбаева, Ж.М. Бейсекеева $f(R,T) = R + \beta T^m$ КОСМОЛОГИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ТАЛДАУЫ.....	94
Ж.С. Умбетова, У.У. Абдижалилова $f(\tau)$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬ ГРАВИТАЦИЯСЫНДАҒЫ АНИЗОТРОПТЫ КОМПАКТТЫ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ЭВОЛЮЦИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ.....	105
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк СИЛИКАТТЫ ҚҰРАМДЫ ШАҒЫН ДЕНЕЛЕРДІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ КЕРНЕУЛЕРДЕН БҰЗЫЛУЫ. БӨЛШЕКТЕНУ НӘТИЖЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН ӨНІМДЕРДІҢ ЖЫЛУЛЫҚ ЭМИССИЯСЫ.....	121
С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.В. Рева, Л. Актай, В.Ю. Ким MRK 766 ГАЛАКТИКАСЫН ОПТИКАЛЫҚ ДИАПАЗОНДА ЗЕРТТЕУ.....	138

ХИМИЯ

Д.Т. Алтынбекова, Б.К. Масалимова, Б.Е. Бегенова, А. Дарменбаева, М.Д. Аканова КҮРДЕЛІ ОКСИДЕР (LaNbO_4) МЕН ҚҰЙМАЛАРДЫҢ (NiCoO_x , CuCoO_x , NiCuO_x) НЕГІЗІНДЕГІ НАНОКОМПОЗИТТЕРДІ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ПРОТОНӨТКІЗГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ.....	152
Д.Ж. Амантаева, М.А. Дюсебаева, Б.К. Копжасаров, А.Е. Берганаева, Г.Е. Берганаева ULMUS PUMILA ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	164
А. Асанов, С.А. Мамешова, Г.С. Татыханова, Т.А. Савицкая ҚАЗАҚСТАН САЗДАРЫНЫҢ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ГИДРОДИСПЕРСИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	182
Г.С. Ахметова, Ұ.Б. Исаева, Қ.Ж. Пірәлиев, М.Т. Омырзаков, Т.М. Сейлханов 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4-АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИН ГИДРОХЛОРИДІН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЦИТОУЫТТЫЛЫҚ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	206
Г.Ж. Байсалова, Г.Қ. Төкен, Б.Б. Торсыкбаева, А.Д. Дукенбаева, Н. Рахметова ГАЗ ХРОМАТОГРАФИЯ–МАСС–СПЕКТРОМЕТРИЯ ӘДІСІМЕН PHRAGMITES COMMUNIS ӨСІМДІГІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	218
А. Едилова, З. Инелова, Н. Күрбатова, Б. Туралин ДӘРІЛІК HUMULUS LUPULUS L. ӨСІМДІГІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ МАҚСАТЫНДАҒЫ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	229
А. Қуандыкова, Б. Таймасов, Е. Потапова, Б. Жакипбаев, Н. Жаникулов МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ШЛАКТАРДАН АЛЫНАТЫН КЛИНКЕРЛЕРДІҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....	242
К.А. Леонтьева, Г.М. Хусурова, Д.С. Пузикова, А.Н. Нефедов, М. Жұрынов ТМД ЕЛДЕРІНІҢ МҰНАЙ-ХИМИЯ ӨНЕРКӘСІБІНДЕ КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ОРГАНИКАЛЫҚ ИНГИБИТОРЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ. ШОЛУ.....	258
Л.К. Оразжанова, Ж.С. Касымова, Ж.Ж. Нуртазина, Д.Қ. Әсержанов, К.К. Кабдулкаримова CHLORELLA VULGARIS БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРЫН АЛУ ҮШІН ТЕМІР НАНОБӨЛШЕКТЕРІН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	275
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова ПРОМОУТЕРЛІК ҚОСПАЛАРЫ БАР СІЛТІЛІ МЕТАЛЛ КАРБОНАТТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗЫНЫҢ ҚАТТЫ АДСОРБЕНТІ.....	291

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

А.А. Газизова, Д.М. Насирова, В.О. Курмангалиева, Ш.И. Хамраев РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В НЕЙТРОННЫХ ЗВЁЗДАХ: ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ.....	11
А. Далелханкызы, Г. Баймбетова, Н. Койлык, С. Токтарбай, А. Бейсебаева КВАЗИСПИНОВЫЙ ФОРМАЛИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БОЗОНОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЯДЕРНОЙ ТЕОРИИ.....	22
Н.К. Жусупова, В.Н. Жумабекова, А.А. Жадыранова ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДЫ АНТИНЕЙТРОН-ЯДЕРНОГО РАССЕЯНИЯ.....	34
В. Мукамеденкызы, Б. Акбердиев ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ В БИНАРНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ НАЛИЧИИ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ.....	46
А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова ПОИСК АСТЕРОИДОВ ВНУТРИ ЗЕМНОЙ ОРБИТЫ.....	62
Г.Б. Сулиева, М.А. Макуков, Э.Г. Мычелкин ДВА ТИПА ВИЗУАЛИЗАЦИИ СКАЛЯРНОГО ФОНА.....	79
У.А. Уалиханова, А.М. Коныс, А.Б. Алтайбаева, Ж.М. Бейсекеева АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ $f(R,T) = R + \beta T^m$ КОСМОЛОГИИ.....	94
Ж.С. Умбетова, У.У. Абдижалилова ДИНАМИКА ЭВОЛЮЦИИ АНИЗОТРОПНЫХ КОМПАКТНЫХ ЗВЕЗД В $f(\tau)$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИИ.....	105
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк РАЗРУШЕНИЕ МАЛЫХ СИЛИКАТНЫХ ТЕЛ ТЕПЛОВЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ. ТЕПЛОВАЯ ЭМИССИЯ ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ.....	121
С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.В. Рева, Л. Актай, В.Ю. Ким ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЛАКТИКИ MRK 766 В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ.....	138

ХИМИЯ

Д.Т. Алтынбекова, Б.К. Масалимова, Б.Е. Бегенова, А. Дарменбаева, М.Д. Аканова СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ (LaNbO_4) И СПЛАВОВ (NiCoO_x , CuCoO_x , NiCuO_x).....	152
---	-----

Д.Ж. Амантаева, М.А. Дюсебаева, Б.К. Копжасаров, А.Е. Берганаева, Г.Е. Берганаева ФИТОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ULMUS PUMILA.....	164
А. Асанов, С.А. Мамешова, Г.С. Татыханова, Т.А. Савицкая ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЛИН КАЗАХСТАНА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИХ ГИДРОДИСПЕРСИЙ.....	182
Г.С. Ахметова, Ұ.Б. Исаева, Қ.Ж. Пралиев, М.Т. Омырзаков, Т.М. Сейлханов ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОХЛОРИДА 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4- АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ЦИТОТОКСИЧНОСТИ.....	206
Г.Ж. Байсалова, Г.К. Токен, Б.Б. Торсыкбаева, А.Д. Дукенбаева, Н. Рахметова ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ RHAGMITES COMMUNIS МЕТОДОМ ГАЗ ХРОМАТОГРАФИИ–МАСС–СПЕКТРОМЕТРИИ.....	218
А. Едилова, З. Инелова, Н. Курбатова, Б. Туралин ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ – HUMULUS LUPULUS L. С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	229
А. Куандыкова, Б. Таймасов, Е. Потапова, Б. Жакипбаев, Н. Жаникулов ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ КЛИНКЕРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ.....	242
К.А. Леонтьева, Г.М. Хусурова, Д.С. Пузикова, А.Н. Нефедов, М. Журинов ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРАН СНГ. ОБЗОР.....	258
Л.К. Оразжанова, Ж.С. Касымова, Ж.Ж. Нуртазина, Д.К. Асержанов, К.К. Кабдулкаримова СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ CHLORELLA VULGARIS.....	275
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова ТВЁРДЫЙ АДсорбЕНТ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА ОСНОВЕ КАРБОНАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРОМОТИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ.....	291

©**A. Kuandykova**¹, **B. Taimasov**¹, **E. Potapova**², **B. Zhakipbayev**^{3*},
N. Zhanikulov⁴, 2025.

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

²D.I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology, Moscow, Russia;

³Peoples' Friendship University named after Academician A. Kuatbekov,
Shymkent, Kazakhstan;

⁴Academician E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Kazakhstan;
E-mail: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

STUDY OF THE MICROSTRUCTURE OF CLINKERS OBTAINED FROM METALLURGICAL SLAG

A. Kuandykova — PhD student, M. Auezov South Kazakhstan university, Shymkent, Kazakhstan,
E-mail: aknur.01.07.94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4727-9195>;

B. Taimasov — Doctor of technical sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan University,
Shymkent, Kazakhstan,
E-mail: taimasovukgu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

E. Potapova — Doctor of technical sciences, Professor D.I. Mendeleev Russian University of Chemical
Technology, Moscow, Russia,
E-mail: Potapova.e.n@muctr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5796-2265>;

B. Zhakipbayev — PhD, Associate Professor, Chief Researcher Engineering and Technology Hub,
Peoples' Friendship University named after Academician A. Kuatbekov, Shymkent, Kazakhstan,
E-mail: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

N. Zhanikulov — PhD, associate professor of E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda,
Kazakhstan,
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>.

Abstract. Cement production is an energy-intensive industry. Key issues are increasing energy efficiency in the production of cement clinker, reducing CO₂ emissions and other harmful gases in the decarbonization process; increasing the technological efficiency of production and the transition to a green economy. In solving this problem, it is important to introduce man-made industrial waste into the raw mix during clinker firing. Studies were conducted using chemical, SEM, energy-dispersive microanalysis. Using energy- and resource-saving technology, a composition of the raw mix was developed using three wastes from the clinker firing process: 78.9-79.83% of limestone crushing waste from the Sastobe deposit, 15.21-17.34% of electrothermophosphorus slag and 3.59-5.15% of "zinc ore rolling clinker" from the Achisai Metallurgical Plant. Raw materials were fired at a temperature of 1350-1400°C. Obtained clinker contained 0.2-2.0% free CaO. Indicator fully complies with the requirements for cement clinker.

When determining the quality of the obtained clinker, it was found that the clinker formation process is affected by CaF_2 , which is present in the waste of the Achisai metallurgical production, as a mineralizer. Microscopic analysis showed that the distribution of minerals in the clinker is uniform, with most minerals being C_3S and C_2S . Intermediate phase consists of 1-3% C_3A minerals and 8-15% C_4AF minerals. Sizes of C_3S and C_2S minerals were 10-100 μm . Obtained scientific results will allow cement plants operating in Kazakhstan to use the "clinker from rolling zinc ores" of the Achisai Metallurgical Plant as a regulating additive and as a component replacing iron raw materials. Use of waste as raw material increases production efficiency, reduces CO_2 and NO_x emissions, lowers the clinker firing temperature by 100-150°C, and helps solve environmental problems.

Keywords: additives, industrial waste, energy saving, clinker, cement

©А. Қуандыкова¹, Б. Таймасов¹, Е. Потапова², Б. Жакипбаев^{3*},
Н. Жаникулов⁴, 2025.

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

²Д.И. Менделеев атындағы Ресей химиялық технология университеті,
Мәскеу, Ресей;

³Академик Ә. Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университеті,
Шымкент, Қазақстан;

⁴Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,
Қарағанды, Қазақстан.

E-mail: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ШЛАКТАРДАН АЛЫНАТЫН КЛИНКЕРЛЕРДІҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ

А. Қуандықова — PhD докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
Шымкент, Қазақстан,

E-mail: aknur.01.07.94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4727-9195>;

Б. Таймасов — техника ғылымдарының докторы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан
университетінің профессоры, Шымкент, Қазақстан,

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

Е. Потапова — техника ғылымдарының докторы, Д.И. Менделеев атындағы Ресей химиялық
технология университетінің профессоры, Мәскеу, Ресей,

E-mail: Potapova.e.n@muctr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5796-2265>;

Б. Жакипбаев — PhD, қауымдастырылған профессор, Академик Ә. Қуатбеков атындағы
Халықтар достығы университетінің инженерлік-технологиялық хабтың бас ғылыми қызметкері,
Шымкент, Қазақстан,

E-mail: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Н. Жаникулов — PhD, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің
қауымдастырылған профессоры, Қарағанды, Қазақстан,

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

Аннотация. Цемент өндірісі энергияны көп қажет ететін сала болып табылады. Цемент клинкерін алуда энергия тиімділікті арттыру, декарбонизация

процессінде CO_2 және басқа да газдардың шығарындыларын төмендету, өндірістің технологиялық тиімділігін арттыру, жасыл экономикаға көшу негізгі мәселе. Бұл мәселені шешуде клинкер күйдіру процессінде шикізат қоспа құрамына техногенді өнеркәсіптік қалдықтарды енгізу өзектілігін көрсетеді. Зерттеу жұмыстары химиялық, электрондық микроскопиялық, энергия дисперсиялық микроанализ пайдалана отырып жүргізілді. Энергия және ресурс үнемдеу технологиясын қолдана отырып клинкер күйдіру процесінде шикізат қоспасының құрамына үш бірдей қалдықтарды қолданып, 78,9-79,83% Састөбе кен орнының әктасын ұсақтау қалдықтары, 15,21-17,34% электротермофосфор шлағы және 3,59-5,15% Ачисай металлургия зауытының «мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері» шикізат қоспа құрамы әзірленді. Шикізат қоспа құрамдарды 1350-1400°C күйдірілді. Нәтижесінде алынған клинкердің құрамында бос CaO мөлшері 0,2-2,0% аралығында болды. Бұл көрсеткіш цемент клинкері үшін қойылатын талапқа толық сәйкес келеді. Алынған клинкердің сапасын анықтау кезінде клинкер түзілу процессіне Ачисай металлургиялық қалдық құрамында кездесетін CaF_2 минерализатор ретінде әсер еткендігі анықталды. Микроскопиялық талдау нәтижесінде клинкерде минералдардың таралуы біркелкі, минералдардың басым бөлігін C_3S және C_2S құрайтындығы байқалды. Аралық фаза 1-3% C_3A және 8-15% C_4AF минералдарынан тұрады. C_3S және C_2S минералдарының өлшемдері 10-100 мкм болды. Алынған ғылыми нәтижелер елімізде жұмыс жасайтын цемент зауыттарға Ачисай металлургия зауытының «клинкерін» реттеуші қоспа ретінде пайдалануға, темір шикізатын алмастырушы компонент ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Өндіріс қалдықтарды шикізат ретінде пайдалану арқылы өндірістің тиімділігін арттырып, CO_2 және NO_x газдардың шығарындыларын азайтуға, клинкер күйдіру температурасын 100-150°C төмендетуге, экологиялық мәселелерді шешуге ықпал жасайды.

Түйін сөздер: қоспалар, өнеркәсіп қалдықтары, энергияны үнемдеу, клинкер, цемент

©А. Куандыкова¹, Б. Таймасов¹, Е. Потапова², Б. Жакипбаев^{3*},
Н. Жаникулов⁴, 2025.

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
Москва, Россия;

³Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова,
Шымкент, Казахстан;

⁴Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан.

E-mail: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ КЛИНКЕРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

А. Куандыкова — PhD докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,

E-mail: aknur.01.07.94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4727-9195>;

Б. Таймасов — доктор технических наук, профессор, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,

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

Е. Потанова — доктор технических наук, профессор, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия,

E-mail: Potanova.e.n@muctr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5796-2265>;

Б. Жакипбаев — PhD, ассоциированный профессор, главный научный сотрудник Инженерно-технологического хаба, Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова, Шымкент, Казахстан,

E-mail: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Н. Жаникулов — PhD, ассоциированный профессор Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан,

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

Аннотация. Производство цемента является энергоемкой отраслью промышленности. Основными вопросами являются повышение энергоэффективности при производстве цементного клинкера, сокращение выбросов CO_2 и других вредных газов в процессе декарбонизации; повышение технологической эффективности производства и переход к зеленой экономике. В решении этой проблемы актуальным является введение техногенных промышленных отходов в сырьевую смесь в процессе обжига клинкера. Исследования проводились с использованием химического, сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного микроанализа. С использованием энерго- и ресурсосберегающей технологии разработан состав сырьевой смеси с использованием трех отходов процесса обжига клинкера: 78,9-79,83% отходов дробления известняка месторождения Састобе, 15,21-17,34% электротермофосфорного шлака и 3,59-5,15% «клинкера вальцевания цинковых руд» Ачисайского металлургического завода. Обжиг сырья производился при температуре 1350-1400°C. Полученный клинкер содержал 0,2-2,0% CaO свободного. Данный показатель полностью соответствует требованиям, предъявляемым к цементному клинкеру. При определении качества полученного клинкера было установлено, что на процесс клинкерообразования оказывает влияние CaF_2 , присутствующий в отходах металлургического производства Ачисай, в качестве минерализатора. Микроскопический анализ показал, что распределение минералов в клинкере равномерное, причем большинство минералов представляют собой C_3S и C_2S . Промежуточная фаза состоит из 1–3% минералов C_3A и 8–15% минералов C_4AF . Размеры минералов C_3S и C_2S составляли 10–100 мкм. Полученные научные результаты позволят цементным заводам, работающим в нашей стране, использовать «клинкера вальцевания цинковых руд» Ачисайского металлургического завода в качестве регулирующей добавки и как компонент, заменяющий железное сырье. Использование отходов в качестве сырья повышает эффективность производства, сокращает выбросы

CO₂ и NO_x, снижает температуру обжига клинкера на 100-150°C, способствует решению экологических проблем.

Ключевые слова: добавки, отходы промышленности, энергосбережение, клинкер, цемент

Кіріспе. Қазіргі уақытта еліміздің энергетикалық және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуде энергияны тиімді пайдалану және энергия үнемдеу саясатын іске асыру маңызды шаралардың бірі болып табылады. Өнеркәсіпті жаңғыртудың негізгі құралдарының бірі жаңа инновациялық технологиялар мен шешімдерді енгізуді қажет етеді, бұл өз кезегінде ғылым мен технологиялардың трансфертін дамытудың белсенді іс-қимылымен ынталандыру арқылы іске асырылады. Цемент өндірісіндегі көмірқышқыл газдың шығарындыларының негізгі көздері – отынды жағу кезінде бөлінетін түтінді газдар құрайды (Luis, және т.б., 2021). Сонымен қатар, цемент өндірісінде декарбонизациялау процессінде бөлінетін CO₂ шығарындыларын азайтудың қолданыстағы стратегиялары, ол экономикалық ынталандырудың болмауымен шектеледі (Mikulcic және т.б., 2013; Antunes және т.б., 2022). Энергия үнемдеу саясатында Үкімет үдемелі «Индустриялық-инновациялық дамудың Мемлекеттік бағдарламасы» (2010-2014 жылдар) және «ҚР-ның Индустриялық-инновациялық даму - 2 Мемлекеттік бағдарламасы» (2015-2019 жылдар) шеңберінде жалпы ішкі өнімнің энергия сыйымдылығын 2015 жылға қарай кемінде 10 %-ға және 2020 жылға қарай 25 %-ға төмендету міндетін қойған болатын. Қазақстандағы энергия ресурстарды ұтымды пайдалану құрылымын талдау барысында, энергия ресурстарының негізгі тұтынушылары ретінде өнеркәсіп секторы белгіленген, оның ішінде көпшілігі ескірген технологиялар мен айтарлықтай тозығы жеткен құрал-жабдықтарды пайдаланатын цемент өнеркәсібі болып табылатындығы анықталған (Құрылыс индустриясын дамыту бағдарламасы, 2010; Мемлекеттік бағдарлама, 2020).

Құрылыс материалдары өнеркәсібінің барлық салаларының ішінде энергияны көп қажет ететін өндіріс цемент өнеркәсібі. Негізгі энергия тұтыну көздеріне ұсатқыш диірмендер және пештерді жатқызуға болады (Планк, және т.б., 2016).

2023 жылы Қазақстанда 7,1 млн тонна цемент өндірілді, бұл 2022 жылдың сәйкес кезеңімен салыстырғанда 1,8 %-ға артық (Жаникулов, және т.б., 2022). Осу қарқыны бойынша Түркістан облысы сенімді түрде көш бастап тұр, елдегі 23,8 % цемент шығару көлемі аталған облысқа тиесілі. Осының есебінен 2023 жылы қаңтар-қыркүйек айларында Түркістан облысы мен Шымкент қаласын қоса алғанда 1,9 млн тонна портландцемент өндіру арқылы бірінші орынға шықты. Түркістан облысында «Standard Cement» ЖШС, «Shymkent Cement» АҚ және «Sas-Tobe Technologies» ЖШС компанияларының цемент зауыттары жұмыс істейді, олар энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саласындағы келісімге қол қою арқылы өнімнің энергия сыйымдылығын 15 %-ға төмендетуді жоспарлаған (Kuandykova, және т.б., 2023).

Аталған келісімді орындау «SAS-Tobe Technologies» цемент зауыты үшін үш негізгі бағыт бойынша жаңғырту бағдарламасы әзірленген болатын:

- ескі жабдықты жаңарту және жаңа жабдықты орнату арқылы пештердің өнімділігін арттыру және отын шығынын азайту;
- пештердің электр сүзгілерін қайта құру есебінен экологиялық проблемаларды шешу;
- өнімнің өзіндік құнын төмендету және бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін кәсіпорынды көмір отынына ауыстыру.

Қазіргі уақытта, «SAS-Tobe Technologies» цемент зауытында тазарту жүйелерін жаңғырту жұмыстары аяқталды. Аталған бағыттар бойынша цемент өндіру кезінде пайда болатын қатты ластаушы заттарды 99,5 % қағып ұстап қалатын жаңа сүзгілер орнатты. Бұл қондырғы атмосфераға зиянды қалдықтарды шығаруды ұстап қалуды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, зауытта клинкердің ескірген салқындату жүйелерін ауыстырып, соңғы буын – даниялық FL-Smidt компаниясының тоңазытқыштарын орнату бойынша энергия үнемдейтін технологиялар белсенді түрде енгізілген болатын. Айналмалы пешті қатты отынға ауыстыру аясында зауытта көмір диірменін монтаждау жүргізілген, бұл өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді (Жаникулов, және т.б., 2022). Цемент өнеркәсібінде шикізат қоспа құрамына әртүрлі өнеркәсіп қалдықтарын өндіру арқылы оларды кәдеге жарата алады. Бұл зерттеу жұмыста Ачисай металлургия зауытының «мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкер қалдығын» және Жаңа Жамбыл фосфор зауытының электротермофосфор шлағын пайдалану қарастырылған. Бұл өндіріс қалдықтарды пайдалану қосымша энергияны қажет етпейді, сонымен қатар айналмалы пештің жентектелу процессінде цемент клинкерінің минерал түзілу процессін жеделдетуге септігін тигізеді (Жаникулов, және т.б., 2022).

Материалдар мен зерттеу әдістері. Портландцемент клинкерін алу үшін шикізат шихтасының құрамына сазды компонент лесс, Састөбе кен орнының әктасын ұсақтау кезінде жинақталған қалдықтары, Ачисай металлургиялық зауытының «мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері» балама шикізат және реттеуші қоспа ретінде пайдаланылды және Жаңа Жамбыл фосфор зауытының электротермофосфор шлактары зерттелді. Соңғы онжылдықта пиритті оғарлардың үлкен тапшылығына байланысты Қазақстанның көптеген цемент зауыттары темір кенін және өнеркәсіптің кейбір қалдықтарын пайдалануға көшті. Құрамында темір бар жергілікті қалдықтарды іздеу алюминий-феррит фазасын нығайту үшін өте маңызды. Цементтердің алюминий феррит фазасы $C_2A_xF_{1-x}$ құрамының қатты ерітінділері болып табылады. Мұндай қатты ерітінділер сериясының экстремалды бөлігі екі кальцийлі феррит C_2F болып табылады. Бұл құрылымдық позицияларды ескере отырып, Ca_2FeVIO_5, мұнда C_2F құрамындағы темір катион (октаэдрлерде) және анион (тетраэдрлерде) рөлін атқарады (Alwaeli, және т.б., 2020).

Портландцемент клинкерінің негізгі минералды фазасы құрамы Ca, Si, Al, Fe элементтерінен тұрады. Бұл элементтер цемент клинкерінің минерал түзілу процессіне қатысу арқылы силикатты фазалардың құрамын қалыптастырады (Fateh, 2022).

Цемент ертіндісінің қатаюы алғашқы кезеңде беріктік пайда болатын тас тәрізді дененің түзілуімен жүреді. Негізгі клинкер минералдары – C_3S , C_2S , C_3A және C_4AF гидратация процесінде цементтің қатаюына жауап береді. C_3S – цементтің ерте беріктігіне жауапты негізгі фаза, C_2S – баяу гидратацияланады, беріктіктің ұзақ уақыттан соң қалыптасуына жауапты фаза, C_3A – жоғары реактивті, су мен гипс болған кезде жылдам қатаю процессіне қатысады, C_4AF – цементтің түсін анықтайды және қатаюдың бастапқы кезеңінде рөл атқарады (Pribulova, және т.б., 2016).

Айта кетсек, алит (C_3S) бүкіл кезең бойы беріктікті арттыру процесіне қатысады, сумен әрекеттесуде өте белсенді және жоғары беріктікті қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, алит қатаюдың бірінші айында тез қатаю қабілетіне ие болады. Белит (C_2S) ең аз белсенді минерал болып табылады және оның қатаю процессіне әсері цементті араластырғаннан кейін бір айдан кейін ғана басталады, бірақ оның беріктікке әсері бетон беріктігінің жоғарылауының бүкіл кезеңінде жылдар бойы сақталады. Үшқальций алюминаты (C_3A) ең белсенді минерал болып табылады – ол цемент тасының ерте беріктігіне жауап береді, ал C_4AF сумен реакциядағы белсенділігі, қатаю жылдамдығы және беріктігінің жоғарылауы бойынша C_3S және C_2S арасында аралық фаза ретінде орындалады (Yingyi, 2019). Шикізат материалдарының сапалық сипаттамаларын анықтау үшін стандартты және жалпыға бірдей танылған МЕСТ стандартты талдау әдістері қолданылды.

Шикізат материалдардың, шикізат қоспалар мен клинкерлердің рентгендік энергодисперсиялық микроанализі, рентгенофазалық және электронды-микроскопиялық зерттеу әдістерін пайдаланып орындалды. Ғылыми мақаланың зерттеу жұмыстары Д.И. Менделеев атындағы Ресей химия-технологиялық университеті жанындағы Д.И. Менделеев атындағы ұжымдық пайдалану орталығының сканерлеуші электрондық микроскопия (СЭМ) зертханасында және рентгенофлуоресцентті спектроскопия зертханасында (РФЛС) орындалған. Сонымен қатар, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Конструкциялық және биохимиялық материалдар» инженерлік бейіндегі өңірлік сынақ зертханасында JSM-6490LV расторлы электронды микроскоп көмегімен зерттелді. Алынған клинкерлердің микроқұрылымын зерттеу JSM6510LV (JEOL, Жапония) сканерлейтін электронды микроскопта максималды х300000 есе ұлғайту арқылы жүргізілді. Алынған клинкердің фазалық құрамын талдау DX2700BH рентгендік дифрактометрде жүргізілді (Dandong Haoyuan Instrument Co., Ltd., Қытай).

Нәтижелер және талқылаулар. Шикізат пен өнеркәсіптік қалдықтарға химиялық талдау жасалды. Көрсетілген шикізат материалдар негізінде цемент клинкерін алу көрсетілген.

1 – кесте. Табиғи, дәстүрлі емес шикізат пен өндірістік қалдықтардың химиялық құрамы

Табиғи және техногендік шикізат	Химиялық құрамы, масс. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	жжж
Лесс	50,54	10,35	4,43	13,91	2,67	0,21	13,06

Састөбе кен орнының әктасын ұсақтау қалдықтары	9,63	1,72	1,26	46,0	0,55	1,15	36,2
Ачисай металлургия зауытының мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері	27,55	5,74	33,5	17,33	6,07	1,31	6,5
Электротермофосфор шлағы	42,68	0,74	0,17	41,18	4,55	0,4	-

Шикізаттың химиялық құрамынан бөлек, оның минералогиялық құрамы да маңызды, себебі бұл технологиялық үдеріс пен клинкерді күйдіру және цемент қасиеттеріне тікелей әсер етеді. 2-кестеде Састөбе кен орнындағы әктасты ұсату қалдықтарының минералогиялық құрамы келтірілген.

2 – кесте. Састөбе кен орны әктасты ұсату қалдықтарындағы минералдар мөлшері

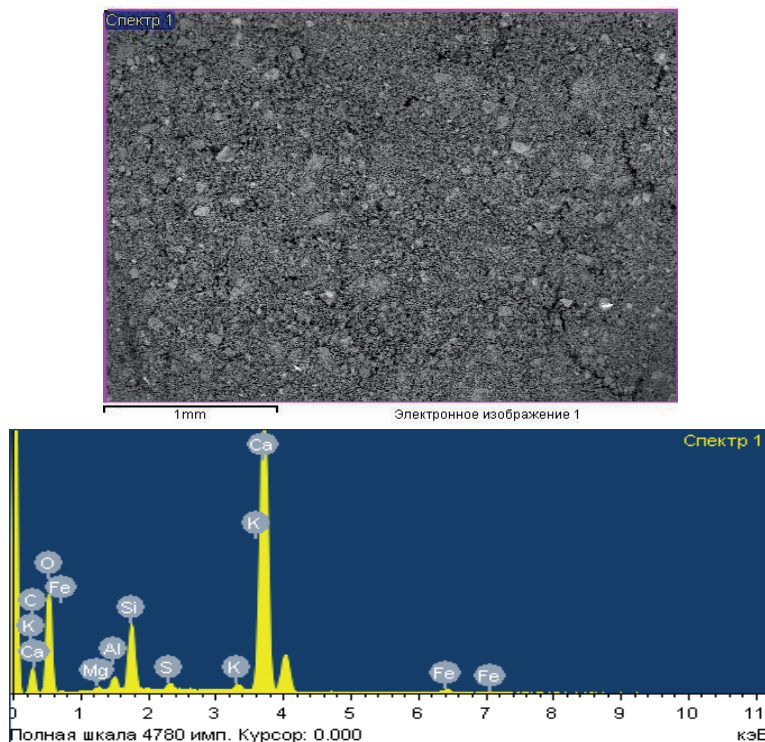
Шикізат	Минералогиялық құрамы, сал. %								
	Кальцит	Доломит	Кварц	Иллит	Хлорит	Альбит	K-Feld spar	R, wp	CO ₂
Састөбе кен орнының әктасын ұсақтау қалдықтары	80,6	2,2	9,3	2,9	1,5	2,3	1,3	16,32	36,5

2-кестедегі мәліметтерге сәйкес, Састөбе кен орнындағы әктасты ұсату қалдықтарында кварц пен сазды минералдар – иллит, хлорит, альбит мөлшері жоғары. Өндірістің өнеркәсіптік қалдықтары түзілу процесінде термиялық өңдеуге ұшырамаған қалдықтарға (Састөбе кен орнының әктасын ұсақтау қалдықтары); термиялық өңдеуге ұшыраған қалдықтарға (Ачисай металлургия зауытының мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері; Жаңа Жамбыл фосфор зауытының электротермофосфор шлағы) бөлінеді (Абдеев, 1985).

Жоғарыда сипатталған өнеркәсіп қалдықтары ресурстарды және энергияны үнемдейтін шикізат ретінде қызығушылық тудырады. Оларды пайдалану карьерлерде осы немесе басқа материалды өндіру қажеттілігін жояды, яғни клинкерді өндіру кезінде бұрғылау және жару жұмыстарын жүргізуді, әктас немесе сазды жынысты ұсақтау қажет етпейді. Олар алдыңғы процесте термиялық өңдеуден өткен, қалдықтардың құрамында кальций мен магний карбонаттары жоқ, кальций оксиді карбонатты емес күйде, белит, псевдоволластонит сияқты төмен негізді минералдар түрінде, сазды минералдар ылғалсызданып, ыдырайды. Оларды пайдалану кезінде шикізат шихтасын декарбонизациялау процессіне кететін жылу шығындары, пештегі жалпы меншікті отын шығыны, клинкер алу үшін шикізат шығыны айтарлықтай азайып, пештің өнімділігі арттырады (Marsh, 2021).

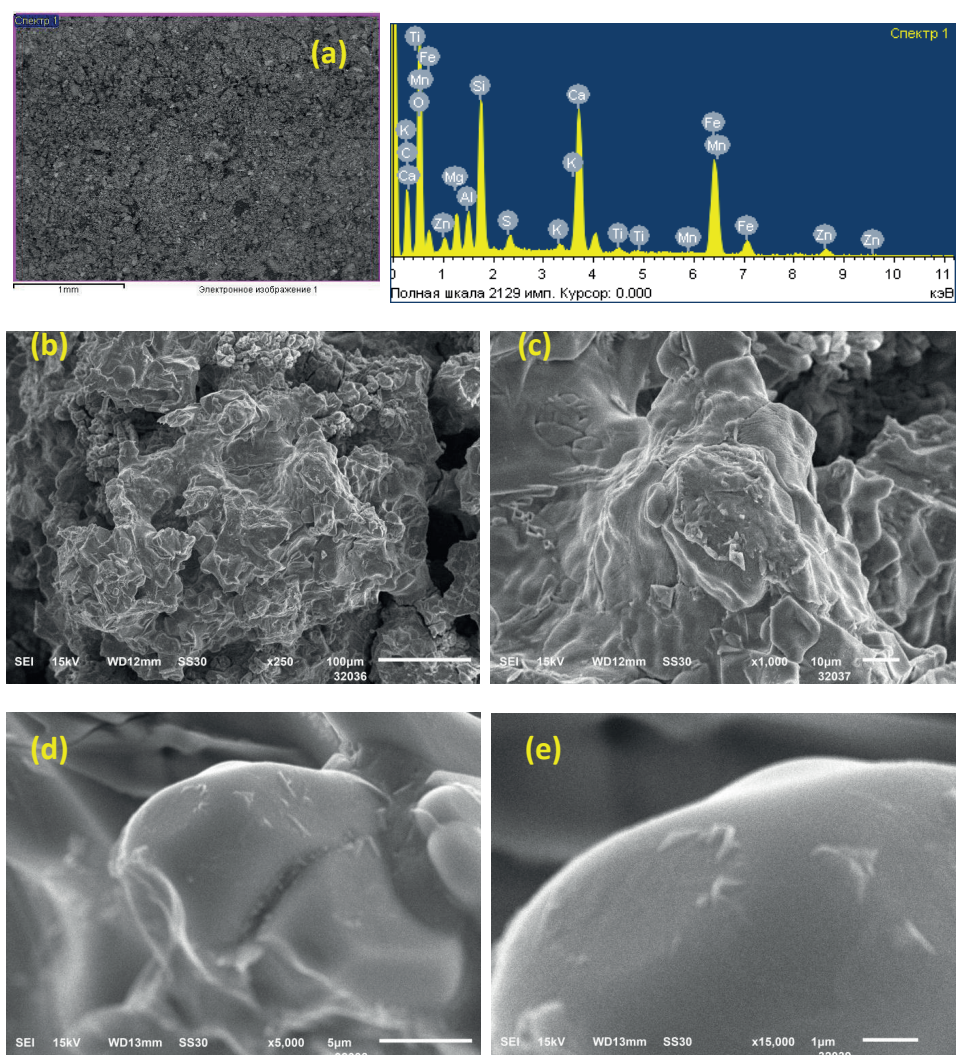
Электронды микроскопиялық зерттеу әдісі арқылы шикізаттарды талдау жүргізілді (Шадров, 2014). 1-3-суреттерде Састөбе кен орнының әктасты ұсату қалдықтарының (1-сурет), Ачисай металлургия зауытының мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкерінің (2-сурет), Жаңа-Жамбыл

фосфор зауытының электротермофосфор шлагының (3-сурет) электронды микроскопиялық талдау нәтижелері көрсетілген. Састөбе кен орнының әктасты ұсату қалдықтарының сканерлеуші электронды микроскопиялық талдау нәтижесі бойынша химиялық құрамы (%): SiO_2 - 9,62; Al_2O_3 - 1,71; Fe_2O_3 - 1,26; CaO - 46,0; MgO - 0,55; SO_3 - 1,15; K_2O - 1,59 (1-сурет).



Сурет 1. Састөбе кен орнының әктас ұсақтау қалдықтарының микроқұрылымы және элементтік құрамы

Састөбе кен орнының әктасын ұсақтау қалдықтары зауыт ақ цемент түрін шығарған кезеңде пайда болды. Карьерде әктасты байыту жүзеге асырылды. Ұсатқыштан кейін әктас скринингтен өтіп, ақ клинкердің актығы мен әртүрлілігін төмендететін темір оксидтерінің көп мөлшері бар саз қоспаларымен 15-20 мм-ге дейін ұсақ фракцияны електен өткізу арқылы байытылған. Осы уақыт ішінде үйіндіде бірнеше миллион тонна қалдықтар жинақталды. Химиялық құрамы бойынша ұсақтау қалдықтарында кремний оксидінің мөлшері жоғары, CaO мөлшері біршама төмен. Жүргізілген зерттеулер әктас ұсақтау қалдықтарының цемент клинкерін алу үшін жарамды екендігін көрсетті. Ачисай металлургия зауытының «мырышты рудаларды вельцевалау клинкері» бойынша химиялық құрам (%) мынадай: SiO_2 - 13,82; Al_2O_3 - 3,23; Fe_2O_3 - 24,1; CaO - 12,7; MgO - 3,76; SO_3 - 1,5; K_2O - 0,37; TiO_2 - 0,65; Mn_2O_3 - 0,32; ZnO - 3,01; C (көміртек) - 23,15 (2-сурет).

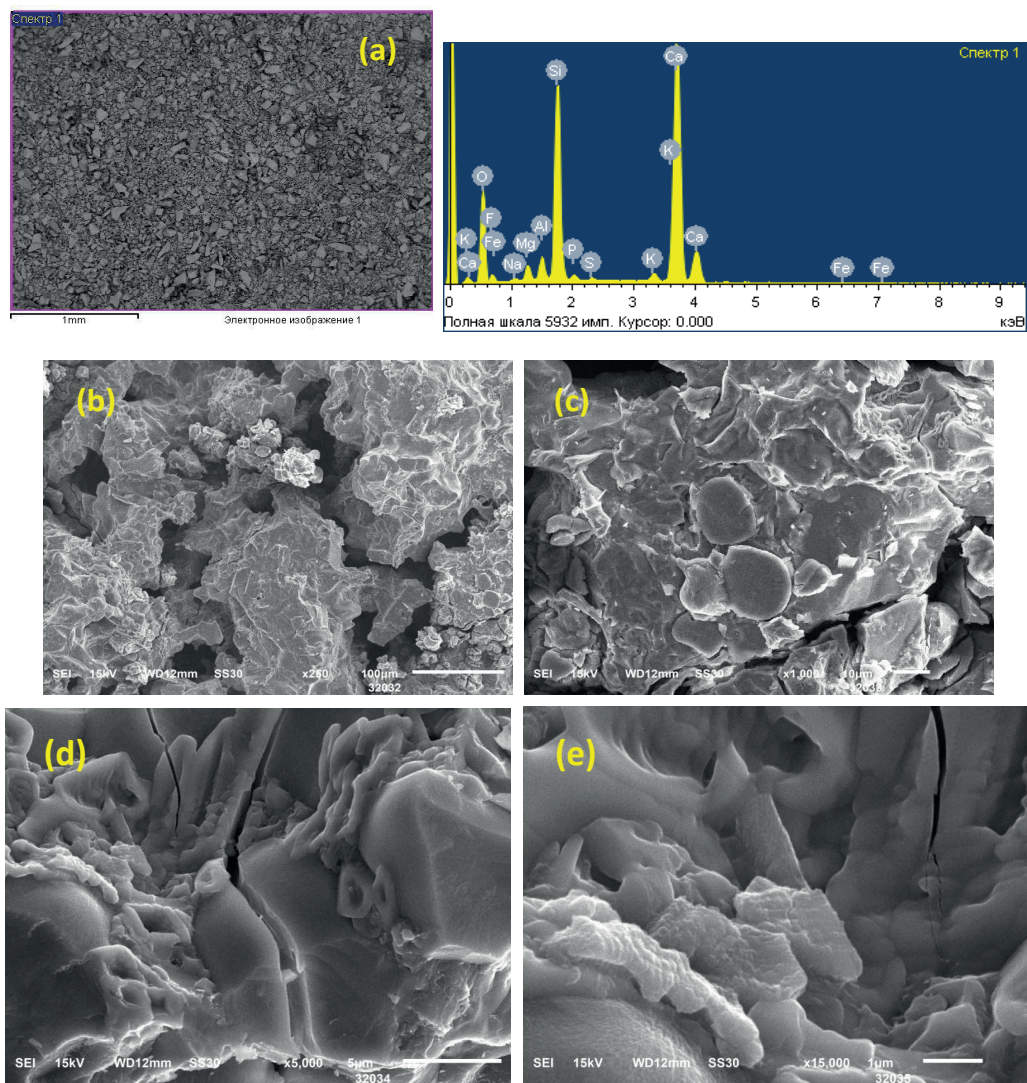


Сурет 2. Ачисай металлургиялық зауытының «мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкерінің» элементтік құрамы және (a); (b, c, d, e) РЭМ-микроқұрылымы

«Вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері» құрамында 15-20%-ға дейін кокс (көмір) бар, бұл клинкерді күйдіру кезінде қолданылатын көмірдің отын шығынын азайтады. Ачисай металлургиялық зауытының үйінділерінде 4,6 миллион тоннадан астам «мырыш кені вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері» жинақталған. Ащысай металлургиялық комбинатының «мырыш кені вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері» құрамында 24-33%-ға дейін темір оксидтері кездеседі. Шын мәнінде, бұл портландцемент клинкерлерін алу үшін шикізат қоспасына темір құрамдас түзеткіш қоспа ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, 3,01% мырыш тотығы күйдіру процесіне минерализатор ретінде әсер етіп, жентектелу процессінде температураның

төмендеуіне мүмкіндік жасайды. Соның нәтижесінде отын шығыны азайып, пеш өнімділігі артады, ал CO_2 шығарындылары азаяды.

Шикізат қоспаларында полиэвтектикалық аралық балқымалар пайда болатын қатты фазалық реакциялар мен жымдасу процестерінің заңдылықтарына сүйене отырып, шикізат компоненттерін механикалық белсендіру маңызды рөл атқарады. Сондықтан шикізат қоспасына алдын ала күйдірілген немесе балқытылған (шыны тәрізді) силикаттарды қосу әсіресе өндірістік процесті жеделдетеді. Ол үшін шикізат қоспа құрамына қосымша материал ретінде Жаңа Жамбыл фосфор зауытының электротермофосфор шлагын қолданады (3-сурет).



Сурет 3. Жаңа Жамбыл фосфор зауытының электротермофосфор шлагының элементтік құрамы және (a); (b, c, d, e) РЭМ-микроқұрылымы

Ең қолайлы химиялық және минералогиялық құрамы шыны тәрізді фазасы бар (90-95%) Жаңа Жамбыл фосфор зауытының түйіршіктелген электротермофосфор шлактары болып табылады, оның құрамында (%): $\text{CaO} - 43,91$; $\text{SiO}_2 - 32,78$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 3,27$; $\text{MgO} - 2,49$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,57$; $\text{F}_2\text{O}_3 - 1,5$; $\text{P}_2\text{O}_5 - 1,4-2,0$ кездеседі.

Клинкерде балқымалы фаза мен оның ішінде кристалдар қатар жүреді. Алит кристалдарының кеңеюі барысында пайда болатын жарықтар ұнтақтауды жеңілдетеді.

Цемент алу үшін шикізат қоспаларының құрамы есептелген. Есептеулер табиғи және әктас қалдықтары мен техногендік шикізатты пайдалана отырып (Bogue, 1950) формулалар бойынша жүргізілді.

Шикізат қоспаларды ұнтақтау үшін диаметрі 20 мм өлшемде, 10 кг мөлшерінде ұнтақтайтын металл шарлардың жиынтық ассортиментімен жүктелген СВМ-3 зертханалық диірменде 30 минут ішінде ұнтақталды. Цементтің меншікті бетінің ауданы мен бөлшектердің орташа мөлшері ПСХ-К құрылғысының көмегімен анықталды. ПСХ-К құрылғысы қатты материалдардың дисперсиялық процестерін зерттеуге және басқаруға арналған. Барлық есептеулер мен өлшемдер автоматтандырылған және ноутбук экранында көрсетіледі. Бетінің меншікті көлемін өлшеу диапазоны $200-50\,000\text{ см}^2/\text{г}$, орташа бөлшектердің мөлшері $0,5-250\text{ мкм}$. Құрылғының қателігі 1% аспайды. ПСХ-К бойынша алынған нәтижелер еуропалық (ISO) және американдық (ASTM) стандарттарына сәйкес келеді. Талдау үшін әрбір материалдың 10-15 г ұнтағы қажет. Өлшеу қондырғысына плунжері бар кюветка орналастырылған. Содан кейін кюветкадағы ұнтақ плунжермен тығыздалады. Құрылғыға енгізілген компьютерлік бағдарламаның көмегімен беттің меншікті ауданы мен бөлшектердің орташа өлшемі анықталады. Бұл параметрлер құрылғы экранында көрсетіледі. Өлшеу нәтижелері хаттама ретінде ноутбук экранында көрсетіледі.

20 МПа қысымда дайындалған шикізат қоспаларынан $\varnothing 30\text{ мм}$ және биіктігі 20-25 мм таблеткалар қалыпталды. Таблеткаларды күйдіру 1350 және 1400°C жоғары температураға дейін көтерілетін зертханалық пеште жүргізілді. Температураны максимумға дейін көтеру 2 сағат, жоғары температурада ұстау уақыты - 30 минут. Содан кейін клинкер ауада күрт салқындатылды.

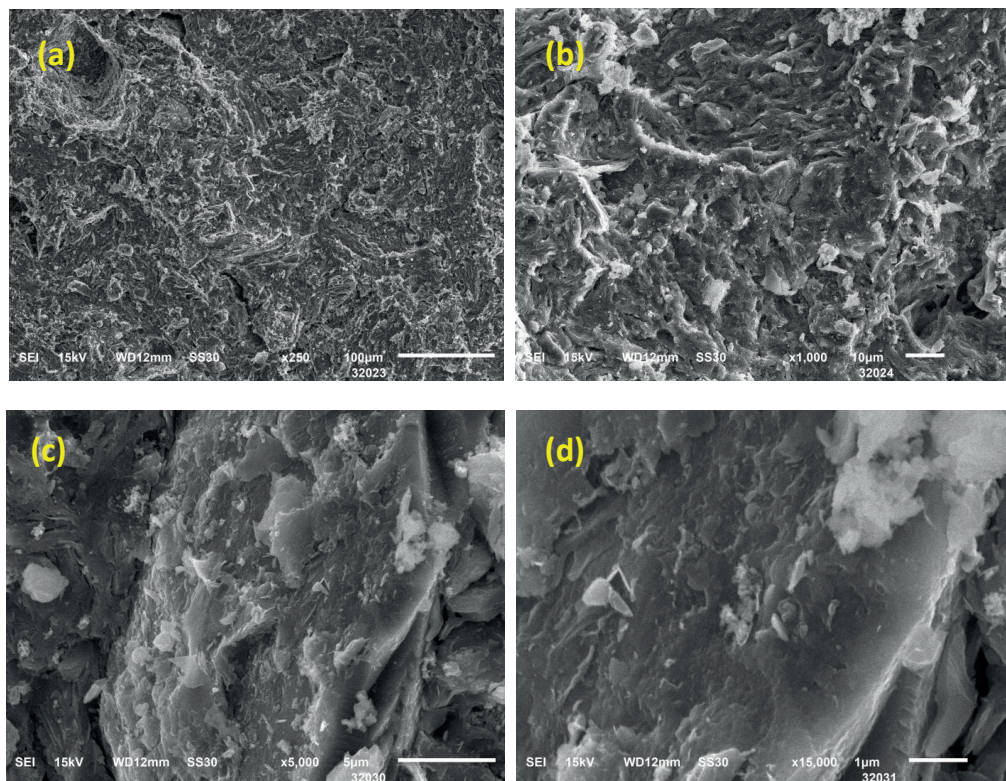
Өнеркәсіп қалдықтарының үш түрінен тұратын шикізат қоспаларды күйдіру процестерін зерттеу үшін ҚК (қанығу коэффициенті) 0,90-0,92 болатын 4 шикізат қоспасының құрамы (3-кесте) жасалды:

- Састөбе кен орнының әктасын ұсақтау қалдықтары (А);
- Жаңа Жамбыл фосфор зауытының электротермофосфор шлағы (В);
- Ачисай металлургия зауытының «мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкері» (С).

3 – кесте. Шикізат қоспаларының құрамдарының ресурс-энергия үнемдейтін клинкерлердегі СаО байланыстыру процесіне әсері

Қоспа нөмірі	Шикізат қоспасының компоненттері, %			ҚК	Модульдер		Бос СаО құрамы, %		1400°C кезінде сұйық фазаның саны, L%
	A	B	C		n	p	1350°C	1400°C	
1	78,90	15,93	5,15	0,90	3,5	0,64	1,4	0,2	26,10
2	78,82	17,34	3,84	0,90	4,0	0,73	1,9	0,3	24,45
3	79,90	15,21	4,89	0,92	3,5	0,66	1,5	0,2	25,83
4	79,83	16,58	3,59	0,92	4,0	0,76	2,0	0,4	24,20

3-кестенің нәтижесін көріп отырғанымыздай, шикізат қоспаларын 1350 °C күйдіру кезінде бос СаО_{бос} мөлшері 2 %-дан, ал 1400 °C кезінде бос СаО_{бос} мөлшері 0,2-0,4 %-дан аспады. Құрамында СаF₂ бар «В» қалдықтары мен «С» қалдықтары шикізат қоспасын күйдіру процесіне айтарлықтай минерализатор ретінде әсер етті. Бұл күйдіру температурасын 100°C төмендетуге және сапалы портландцемент клинкерін алуға мүмкіндік берді (4-сурет).



Сурет 4. №4 клинкердің СЭМ-микроқұрылымы (a, b, c, d)

4-суретте №4 клинкердің микроқұрылымының электронды-микроскопиялық суреттері көрсетілген. Клинкер минералдарының кристалдануы біркелкі. Клинкер минералдарының синтезі табиғи шикізаттан алынатын портландцемент

клинкеріне қарағанда 50-100°C төмен аяқталды. Бұл ретте, пеште жағуға жұмсалатын отын шығыны және ауаға зиянды газдар шығарындылары азаяды, техногенді қалдықтарды кәдеге жаратылады және қоршаған ортаның ластануы азаяды.

Осылайша, зерттеу нәтижесінде 1350 °C температурада клинкерді күйдіру кезінде табиғи компоненттердің орнына зерттелген өнеркәсіп қалдықтарды пайдаланған кезде энергия және ресурстар үнемдеуге, табиғи шикізат әктас пен лесс карьерлерін сақтауға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Қорытынды. Ресурс үнемдеу технологияларын пайдалана отырып, портландцемент клинкерін алу мүмкіндігі көрсетілген. Зерттелген өнеркәсіп қалдықтарының химиялық және минералогиялық құрамы, оларды аз энергияны қажет ететін портландцемент клинкерлерін алу үшін пайдалануға мүмкіндік беретіні анықталды. Табиғи шикізатты көп тоннажды өнеркәсіптік қалдықтармен толық немесе ішінара ауыстырған кезде портландцементті клинкерді алу үшін шикізат шихталарының жаңа тиімді құрамдары әзірленді. Оңтүстік Қазақстанның цемент зауыттары үшін Ачисай металлургиялық зауытының құрамында темірі бар «мырыш кендерін вельц-әдіспен өңдеу кезінде түзілетін клинкерімен» алмастыру перспективасы көрсетілген. Ачисай металлургиялық қалдықтың цемент клинкерін күйдіруде минерализатор рөлін атқарады және шикізат қоспасына көмір енгізу арқылы отын шығынын төмендететіндігін көрсеткен. Өнеркәсіп қалдықтарынан тұратын шикізат қоспаларды күйдіру 1350 °C кезінде клинкер түзілу процесі толығымен аяқталады. Портландцемент клинкерді төмен температурада алу табиғи отын шығынын азайтуға және ауаға CO₂ шығарындыларын азайтуға көмектеседі.

Өнеркәсіп қалдықтары негізінде әзірленген шикізат шихталарынан құрамында C₃A 1,3-1,7 % болды, бұл МемСТ 31108-2020 сәйкес келетін жалпы құрылыс цементтерін де, сульфатқа төзімді цементтерді алуға мүмкіндік береді (ГОСТ 31108–2020, 2020).

Әдебиеттер

Luis M. Romeo, David Catalina, Pilar Lisbona, Yolanda Lara, Ana Martinez (2021) Reduction of greenhouse gas emissions by integration of cement plants, power plants, and CO₂ capture systems. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, — 1(1). — P. 72-82. DOI:10.1002/ghg 3.5

Mikulcic H., Vujanovic M., Markovska N., Filkoski R.V., Ban M., Dujc N. (2013) CO₂ Emission reduction in the cement industry. *Chemical engineering transactions*, — 35. — P. 703-708. DOI:10.3303/CET1335117

Antunes M., Santos R.L., Pereira J., Rocha P., Horta R.B., Colaço R. (2022) Alternative Clinker Technologies for Reducing Carbon Emissions in Cement Industry: A Critical Review. *Materials*, — 15. — P. 209. <https://doi.org/10.3390/ma15010209>

Программа по развитию строительной индустрии и производства строительных материалов в Республике Казахстан на 2010-2014 годы. Астана, — 2010. — 90 с.

Государственная Программа по индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2021-2025 годы. Астана, — 2020. — 95 с.

Планк Й., Таймасов Б.Т., Штефан Д., Хирш К., Жакипбаев Б.Е. (2016) Химия строительных материалов. Алем: Шымкент, — 2016. — 220 с.

Жаникулов Н.Н., Жакипбаев Б.Е., Дауренбеков К.К. (2022) Химическая технология производства портландцемента. ТОО «Лантар Трейд»: Алматы, — 2022. — 187 с.

Kuandykova A., Zhanikulov N., Taimasov B., Zhakipbayev B. (2023) Investigation of the use of clinker of the ashchisai metallurgical plant as additive in the production of portlandcement clinker. Reports of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, — 3(347). — Б. 146-156. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.232>

Alwaeli M., Golaszewski J., Niesler M., Pizon J., Golaszewska M. (2020) Recycle option for metallurgical sludge waste as a partial replacement for natural sand in mortars containing CSA cement to save the environment and natural resources. Journal of Hazardous Materials, — 398. — 123101. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123101>

Fateh Belaid (2022) How does concrete and cement industry transformation contribute to mitigating climate change challenges? Resources, Conservation & recycling advance, — 15. — 200084. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200084>

Alena Pribulova, Peter Futas, Dana Baricova (2016) Processing and utilization of metallurgical slag. Production Engineering archives, — 11(2). — P. 2-5.

Yingyi Zhang (2019) Recovery and utilization of metallurgical solid waste. — 110. — 76826. DOI10.5772/intechopen.76826

Абдеев М.А., Колесников А.В., Ушаков Н.Н. (1985) Вальцевание цинк-свинец содержащих материалов. Москва, Россия. — 185 с.

Marsh A.T.M., Yang T., Au-Amankwah S., Bernal S.A. (2021) 11-Utilization of metallurgical wastes as raw materials for manufacturing alkali-activated cements. Cement-Based materials. — P. 335–383. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820549-5.00009-7>

Шадров В.И. (2014) Растровый электронный микроскоп JSM-6490L с системами энергодисперсионного микроанализа INCAEnergy.

Bogue R.H. (1950) The Chemistry of Portland Cement. Reinhold Pub. Corp: New York, — 1950, — P. 326.

ГОСТ 31108–2020 Цементы общестроительные. Технические условия (2020) Стандартинформ. Москва, — 12 с.

References

Luis M. Romeo, David Catalina, Pilar Lisbona, Yolanda Lara, Ana Martinez (2021) Reduction of greenhouse gas emissions by integration of cement plants, power plants, and CO₂ capture systems. Greenhouse Gases: Science and Technology, — 1(1). — P. 72-82. DOI:10.1002/ghg 3.5 (in English)

Mikulcic H., Vujanovic M., Markovska N., Filkoski R.V., Ban M., Dujc N. (2013) CO₂ Emission reduction in the cement industry. Chemical engineering transactions, — 35. — P. 703-708. DOI:10.3303/CET1335117 (in English)

Antunes M., Santos R.L., Pereira J., Rocha P., Horta R.B., Colaço R. (2022) Alternative Clinker Technologies for Reducing Carbon Emissions in Cement Industry: A Critical Review. Materials, — 15. — P. 209. <https://doi.org/10.3390/ma15010209> (in English)

Programma po razvitiyu stroitel'noy industrii i proizvodstva stroitel'nykh materialov v Respublike Kazakhstan na 2010-2014 gody [Program for the development of the construction industry and production of building materials in the Republic of Kazakhstan for 2010-2014]. Astana, — 2010. — P. 90. (in Russian)

Gosudarstvennaya Programma po industrial'no-innovatsionnomu razvitiyu Respubliki Kazakhstan na 2021-2025 gody [State Program for Industrial and Innovative Development of the Republic of Kazakhstan for 2021-2025]. Astana, 2020. — P. 95. (in Russian)

Plank J., Taimasov B.T., Stefan D., Hirsch K., Zhakipbayev B.Ye. (2016) Khimiya stroitel'nykh materialov [Chemistry of building materials]. Alem: Shymkent, — 2016. — P. 220. (in Russian)

Zhanikulov N.N., Zhakipbayev B.Ye., Daurenbekov K.K. (2022) Khimicheskaya tekhnologiya proizvodstva portlandsementa [Chemical technology of Portland cement production]. Lantar Trade LLP: Almaty, — 2022. — P. 187. (in Russian)

Kuandykova A., Zhanikulov N., Taimasov B., Zhakipbayev B. (2023) Investigation of the use of clinker of the ashchisai metallurgical plant as additive in the production of portlandcement clinker. Reports of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, — 3(347). — P. 146-156. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.232> (in English)

Alwaeli M., Golaszewski J., Niesler M., Pizon J., Golaszewska M. (2020) Recycle option for metallurgical sludge waste as a partial replacement for natural sand in mortars containing CSA cement to save the environment and natural resources. *Journal of Hazardous Materials*, — 398. — P. 123101. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123101> (in English)

Fateh Belaid (2022) How does concrete and cement industry transformation contribute to mitigating climate change challenges? *Resources, Conservation & recycling advance*, — 15. — 200084. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200084> (in English)

Alena Pribulova, Peter Futas, Dana Baricova (2016) Processing and utilization of metallurgical slag. *Production Engineering archives*, — 11(2). — P. 2-5. (in English)

Yingyi Zhang (2019) Recovery and utilization of metallurgical solid waste. — 110. — 76826. DOI10.5772/intechopen.76826 (in English)

Abdeev M.A., Kolesnikov A.V., Ushakov N.N. (1985) Val'tsevaniye tsink-svinets sodержashchikh materialov [Rolling of zinc-lead containing materials]. Moscow, Russia. —P. 185. (in Russian)

Marsh A.T.M., Yang T., Au-Amankwah S., Bernal S.A. (2021) 11-Utilization of metallurgical wastes as raw materials for manufacturing alkali-activated cements. *Cement-Based materials*. — P. 335-383. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820549-5.00009-7> (in English)

Shadrov V.I. (2014) Rastrovyy elektronnyy mikroskop JSM-6490L s sistemami energodispersionnogo mikroanaliza INCAEnergy [Scanning electron microscope JSM-6490LV with energy dispersive microanalysis systems INCAEnergy]. (in Russian)

Bogue R.H. (1950) *The Chemistry of Portland Cement*. Reinhold Pub. Corp: New York, — 1950. — P. 326. (in English)

GOST 31108-2020 Tsementy obshchestroitel'nyye. Tekhnicheskiye usloviya (2020) [General construction cements. Technical specifications]. Standartinform, Moscow, — 2020. — 12 p. (in Russian)

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). 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

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 23.06.2025.

Формат 60x88¹/₈.

18,0 п.л. Заказ 2.