

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№4
2025**

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



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

4 (465)

October – December 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY

1947 PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, President of NAS RK RPA, general director of JSC "D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

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) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

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) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, University of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

ROSS Samir, Ph.D, professor, school of Pharmacy, National Center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, Ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine, faculty of Oriental medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director of the Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry (Karaganda, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the Academy of Sciences of Tajikistan, V.I. Nikitin Institute of Chemistry AS RT (Tajikistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (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 № **KZ23VPY00121156**, issued 05.06.2025

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

Periodicity: 4 times a year.

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

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2025

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

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрыңұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, РБҚ ҚР ҰҒА президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джулит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Кыргызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Кыргызстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, АҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 05.06.2025 ж. берілген № KZ23VPY00121156 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

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

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2025

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

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент РОО Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мiroслав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛЫТАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Ахсана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серик Драгметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ23VPY00121156, выданное 05.06.2025 г.

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

Периодичность: 4 раз в год.

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

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2025

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

CONTENTS

G.E. Azimbayeva, A.K. Kamysbayeva, G.N. Kudaibergenova, U.Zh. Beysenbiyeva, N.M. Kurbanbayeva Chromatographic analysis of ethanol obtained from topinambur tubers (<i>Helianthus Tuberosus</i>).....	13
B. Amiraliyev, N. Zhanikulov, B. Taimasov, M. Aitureev, B. Zhakipbayev Expanding the raw material base of mineral additives for the production of composite cements.....	27
A.M. Yegissinova, R.S. Taubayeva, R.K. Rakhmetullaeva, A.S. Seitkan, E.B. Satkozhaeva Physicochemical properties of thermoplastic starch/hemp biofilm produced by casting method.....	41
E.M. Yergaliyeva, K.B. Bazhykova, Zh.Zh. Kolbaeva, A. Duysen, V.V. Vazhev <i>In silico</i> prediction of PASS and ADME/Tox properties of novel 1,3,5-triazine derivatives for drug development.....	54
R.I. Jalmakhanbetova, S. Azatkyzy, G.K. Mukusheva Structure-directed ursolic acid modifications and their impact on biological activity.....	71
R.N. Zhanaliyeva, B.S. Imangaliyeva, M.A. Zharkınbekov, A.S. Ungarbayeva, R. Kozykeyeva Study of the kinetics and mechanism of molybdenum disulfide oxidation by sodium hypochlorite.....	87
O.S. Ilyassova, M. Zhumabek, G.N. Kaumenova, R.S. Orazbekova, B.S. Biyekeyev Hydrogenation of carbon dioxide on Ni-Co/ZrO ₂ catalysts for conversion into synthetic fuel components.....	100
K. Kalmakov, G. Turebekova, S. Yegemberdiyeva, U. Nuridinova, N. Dulat Catalytic cracking of vacuum gas oil from Kumkol oil in a fluidized bed catalyst unit.....	115
B.T. Kuderina, N.B. Kassenova, A.S. Khamitova, A.G. Zhaxybayeva, A.B. Abdrakhmanova Modification of the structure of oxide cathode materials to enhance the capacity and stability of li - ion batteries.....	128

B.M. Kaldybaeva, D.M. Kenzhebekov, D.Zh. Janabayev, L.M. Ulyev, A. Zholshybek Improving the energy efficiency of oil treatment and stabilization units in the field.....	137
A.K. Kozybaev, Zh.D. Alimkulova, S.O. Abilkasova, G.O. Bugubaeva, S. Bubish Prospects for the use of water-soluble copolymers in industrial wastewater treatment processes.....	150
R.M. Kudaibergenova, A.R. Aitekova, N.S. Murzakasymova, A.S. Seitkan, N.A. Nurlybayeva Structural and compositional characteristics of cobalt ferrite nanoparticles.....	159
M. Nazhipkyzy, A. Ashiraly, A. Aitugan, A. Aikenova Fabrication of lignin-based fibrous composites by electrospinning for energy storage applications.....	170
U. Nazarbek, Y. Raiymbekov, P. Abdurazova, G. Kambarova Molecular dynamics modeling of solubility in aqueous systems: temperature dependence and solvation effects.....	184
Zh.Zh. Nurtazina, Zh.S. Kassymova, L.K. Orazzhanova, B. Łeska, N.B. Kiarstanova Efficiency of modified medium for pigment and antioxidant biosynthesis in <i>Chlorella Vulgaris</i>	197
G.M. Ormanova, A.A. Anarbayev, B.N. Kabylbekova, Zh.E. Khusanov Construction of a solubility isotherm in a four-component mutual CaSO ₄ -NaCl-H ₂ O system.....	212
Zh.B. Rakhimberlinova, A. Zhorabek, A. Bailen, M. Kaiyrbaeva, A. Mendibayeva Investigation of the possibilities of obtaining ultradispersed copper particles in aqueous solutions.....	227
A. Takibayeva, L. Sultanova, A. Tussupova, Z. Omar, A. Amanzholova Mechanism, features of the amination reaction in a series of lupane triterpenoids.....	239
G. Toleutay, R.N. Tuleyeva, A. Taubatyrova, N.N. Gizatullina Recent advances in the application of lignin for biobased packaging materials.....	250
Kh. Khimersen, T.K. Jumadilov, A. Imangazy, G.T. Dyusseмбаeva, B. Totkhuskyzy Features of the interaction of polyelectrolytes with gallium ions in aqueous media.....	266

МАЗМҰНЫ

Г.Е. Азимбаева, А.К. Камысбаева, Г.Н. Кудайбергенова, Ұ.Ж. Бейсенбиева, Н.М. Курбанбаева Топинамбур жемісінен (<i>Helianthus Tuberosus</i>) алынған этанолдың хроматографиялық анализі.....	13
Б. Амиралиев, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, М. Айтуреев, Б. Жакипбаев Композициялық цемент алу үшін минералды қоспалардың шикізат базасын кеңейту.....	27
А.М. Егисина, Р.С. Таубаева, Р.К. Рахметуллаева, А.С. Сейткан, Э.Б. Саткожаева Құю әдісі арқылы алынған термопластикалық крахмал/ конопля биоленкасының физика-химиялық қасиеттері.....	41
Э.М. Ергалиева, К.Б. Бажыкова, Ж.Ж. Кольбаева, А.Б. Дуйсен, В.В. Важев <i>In silico</i> PASS және ADME/Tox бағдарламалары арқылы дәрілік заттар әзірлеу үшін 1,3,5-триазиннің жаңа туындыларының қасиеттерін болжау.....	54
Р.И. Джалмаханбетова, С. Азатқызы, Г.К. Мукушева Урсол қышқылының құрылымдық-бағытталған модификациялары және олардың биологиялық белсенділікке әсері.....	71
Р.Н. Жаналиева, Б.С. Имангалиева, М.А. Жаркинбеков, А.С. Унгарбаева, Р. Қозыкеева Молибден дисульфидін натрий гипохлоритімен тотықтырудың кинетикасы мен механизмін зерттеу.....	87
О.С. Ильясова, М. Жумабек, Г.Н. Кауменова, Р.С. Оразбекова, Б.С. Биекеев Көмірқышқыл газын синтетикалық отын компоненттеріне айналдыру үшін Ni-Co/ZrO ₂ катализаторларында гидрлеу.....	100
К.К. Калмаков, Г.З. Туребекова, С.Ж. Егембердиева, У.Е. Нуридинова, Н.Н. Дулат Құмкөл мұнайынан алынған вакуум газойлін катализатордың қайнау қабатындағы қондырғыда каталитикалық крекингтеу.....	115
Б.Т. Кудерина, Н.Б. Касенова, А.С. Хамитова, А.Г. Жаксыбаева, А.Б. Абдрахманова Li - ионды аккумуляторлардың сыйымдылығы мен тұрақтылығын арттыру үшін оксидті катод материалдарын модификациялау.....	128

Б.М. Калдыбаева, Д.М. Кенжебеков, Д.Ж. Джанабаев, Л.М. Ульев, А. Жолшыбек Кәсіпшілікте мұнайды дайындау және тұрақтандыру қондырғысының энергия тиімділігін арттыру.....	137
А.Қ. Қозыбаев, Ж.Д. Әлімқұлова, С.О. Әбілқасова, Г.О. Бугубаева, Ш. Бүбіш Өндірістік ағынды суларды тазарту процестерінде суда еритін сополимерлерді қолдану перспективалары.....	150
Р.М. Құдайбергенова, А.Р. Айтекова, Н.С. Мурзакасымова, А.С. Сейтқан, А.Н. Нұрлыбаева Кобалт феррит нанобөлшектерінің құрылымдық және құрамдық сипаттамасы.....	159
М. Нажипқызы, А. Ашіралы, А. Айтуған, А. Айкенова Энергия сақтау жүйелерінде қолдануға арналған лигнин негізіндегі талшықты композиттерді электроспиннинг әдісімен алу.....	170
У. Назарбек, Е. Райымбеков, П. Абдуразова, Ғ. Қамбарова Су жүйелеріндегі ерігіштіктің молекулалық динамикалық модельдеуі: температураға тәуелділік және еріткіштің әсері.....	184
Ж.Ж. Нуртазина, Ж.С. Касымова, Л.К. Оразжанова, Л. Богуслава, Н.Б. Қиарстанова <i>Chlorella Vulgaris</i> құрамындағы пигменттер мен антиоксиданттардың биосинтезі үшін модификацияланған қоректік ортаның тиімділігі.....	197
Г.М. Орманова, А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов Төрт компонентті CASO ₄ -NaCl-H ₂ O өзара әрекеттесу жүйесіндегі ерігіштік изотермасын тұрғызу.....	212
Ж.Б. Рахимберлинова, А. Жорабек, А. Байлен, М. Қайырбаева, Ә. Мендібаева Сулы ерітінділердегі мыстың ультродисперсті бөлшектерін алу мүмкіндіктерін зерттеу.....	227
А. Такибаева, Л. Султанова, А. Тусупова, З. Омар, А. Аманжолова Лупан тритерпеноидтар қатарындағы аминдену реакциясының механизмі, ерекшеліктері.....	239

Г. Төлеутай, Р.Н. Тулеева, А. Таубатырова, Н.Н. Гизатуллина

Лигниннің бионегізді қаптама материалдарында қолданылуының

соңғы жетістіктері.....250

Х. Химэрсэн, Т.К. Джумадилов, А. Имангазы, Г.Т. Дюсембаева,

Б. Тотхусқызы

Полиэлектролиттердің галлий иондарымен су ортасында әрекеттесу

ерекшеліктері.....266

СОДЕРЖАНИЕ

Г.Е. Азимбаева, А.К. Камысбаева, Г.Н. Кудайбергенова, У.Ж. Бейсенбиева, Н.М. Курбанбаева Хроматографический анализ этанола полученного из клубней топинамбура (<i>Helianthus Tuberosus</i>).....	13
Б. Амиралиев, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, М. Айтурсев, Б. Жакипбаев Расширение сырьевой базы минеральных добавок для получения композиционных цементов.....	27
А.М. Егисинова, Р.С. Таубаева, Р.К. Рахметуллаева, А.С. Сейткан, Э.Б. Саткожаева Физико-химические свойства термопластичной биопленки из крахмала/конопли, полученной методом литья.....	41
Э.М. Ергалиева, К.Б. Бажыкова, Ж.Ж. Кольбаева, А.Б. Дуйсен, В.В. Важев IN SILICO PASS и ADME/TOX прогнозирование свойств новых производных 1,3,5-триазина для разработки лекарств.....	54
Р.И. Джалмаханбетова, С. Азаткызы, Г.К. Мукушева Структурно-направленные модификации урсоловой кислоты и их влияние на биологическую активность.....	71
Р.Н. Жаналиева, Б.С. Имангалиева, М.А. Жаркинбеков, А.С. Унгарбаева, С. Бердібекова Изучение кинетики и механизма окисления дисульфида молибдена гипохлоритом натрия.....	87
О.С. Ильясова, М. Жумабек, Г.Н. Кауменова, Р.С. Оразбекова, Б.С. Биекеев Гидрирование диоксида углерода на Ni-Co/ZrO ₂ катализаторах для преобразования в компоненты синтетического топлива.....	100
К.К. Калмаков, Г.З. Туребекова, С.Ж. Егембердиева, У.Е. Нуридинова, Н.Н. Дулат Каталитический крекинг вакуумного газойля Кумкольской нефти на установке псевдоожиженным слоем катализатора.....	115
Б.Т. Кудерина, Н.Б. Касенова, А.С. Хамитова, А.Г. Жаксыбаева, А.Б. Абдрахманова Модификация структуры оксидных катодных материалов для повышения ёмкости и стабильности Li-ион аккумуляторов.....	128

Б.М. Калдыбаева, Д.М. Кенжебеков, Д.Ж. Джанабаев, Л.М. Ульев, А. Жолшыбек Повышение энергоэффективности установки подготовки и стабилизации нефти на промысле.....	137
А.К. Козыбаев, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Абилкасова, Г.О. Бугубаева, Ш. Бубиш Перспективы использования водорастворимых сополимеров в процессах очистки промышленных сточных вод.....	150
Р.М. Кудайбергенова, А.Р. Айтекова, Н.С. Мурзакасымова, А. Сейткан, А.Н. Нурлыбаева Структурно-композиционные характеристики наночастиц феррита кобальта.....	159
М. Нажипкызы, А. Аширалы, А. Айтуган, А. Айкенова Получение волокнистых композитов на основе лигнина методом электроспиннинга для применения в системах хранения энергии.....	170
У. Назарбек, П. Абдуразова, Ғ. Қамбарова, Е. Райымбеков Молекулярно-динамическое моделирование растворимости в водных системах: температурная зависимость и эффекты сольватации.....	184
Ж.Ж. Нуртазина, Ж.С. Касымова, Л.К. Оразжанова, Л. Богуслава, Н.Б. Қиарстанова Эффективность модифицированной среды для биосинтеза пигментов и антиоксидантов в <i>Chlorella Vulgaris</i>	197
Г.М. Орманова, А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов Построение изотермы растворимости в четырехкомпонентной взаимной системе $\text{CaSO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$	212
Ж.Б. Рахимберлинова, А. Жорабек, А. Байлен, М. Кайырбаева, А. Мендибаева Исследование возможностей получения ультрадисперсных частиц меди в водных растворах.....	227
А. Такибаева, Л. Султанова, А. Тусупова, З. Омар, А. Аманжолова Механизм, особенности протекания реакции аминирования в ряду лупановых тритерпеноидов.....	239

Г. Толеутай, Р.Н. Тулеева, А. Таубатырова, Н.Н. Гизатуллина

Последние достижения в применении лигнина для биополимерных

упаковочных материалов.....250

Х. Химэрсэн, Т.К. Джумадилов, А. Имангазы, Г.Т. Дюсембаева,

Б. Тотхусқызы

Особенности взаимодействие полиэлектролитов с ионами галлия

в водной среде.....266

© **B. Amiraliyev¹, N. Zhanikulov^{2*}, B. Taimasov¹, M. Aitureev¹,
B. Zhakipbayev³, 2025.**

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

²Academician E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Kazakhstan;

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

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

EXPANDING THE RAW MATERIAL BASE OF MINERAL ADDITIVES FOR THE PRODUCTION OF COMPOSITE CEMENTS

Amiraliyev Baurzhan — PhD student of M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,
E-mail: Badam777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8813-9271>;

Zhanikulov Nurgali — Doctor of PhD, associate professor, E.A. Buketov Karaganda university,
Karaganda, Kazakhstan,

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

Taimasov Bakhitzhan — Doctor of Technical Sciences, Professor of Silicate Technology and Metallurgy
Department, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,

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

Aitureev Murat — PhD (technical sciences), associate professor, dean of higher school 'Chemical
Engineering and Biotechnology', M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,

E-mail: murattssm@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8154-0417>;

Zhakipbayev Bibol — 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>.

Abstract. The article presents a study on aluminosilicate and siliceous rocks from the "Lengerskoe," "Utesaysky," "Kuyuk," and "Mynaralskoye" deposits to assess their suitability as active mineral additives for producing composite cements. Researchers investigated their chemical and mineralogical composition, pozzolan activity, and other physicochemical characteristics affecting cement composite properties. A key focus was on the potential for reducing greenhouse gas emissions by lowering the clinker component. The results detail the physicomechanical parameters of composite cements with various additives. The study considered the additives' effect on cement clinker grinding, hydration, hardening, and the kinetics of hydrosilicate compound formation. It was established that active mineral additives increase cement paste mobility and improve concrete structuring, especially in the initial hardening stages. Furthermore, these additives slow down setting times, promoting more uniform hydration processes and the

formation of a dense, durable cement stone structure, which ensures stable technological characteristics. The tested aluminosilicate and siliceous rocks, particularly the shales from the Kuyukskoye and Mynaralskoye fields, are effective mineral additives. Their use provides a path for the rational use of local mineral raw materials and reducing the cement industry's carbon footprint. While a slight strength decrease was observed, this is offset by significant advantages: lower production costs, increased cement durability, and a substantial reduction in carbon dioxide emissions due to decreased clinker content.

Key words: active mineral admixture, diatomite, shale, grinding, composite, pozzolanic cement, strength

© Б. Амиралиев¹, Н. Жаникулов^{2*}, Б. Таймасов¹, М. Айтуреев¹,
Б. Жакипбаев³, 2025.

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

²Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,
Қарағанды, Қазақстан;

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

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЦЕМЕНТ АЛУ ҮШІН МИНЕРАЛДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ШИКІЗАТ БАЗАСЫН КЕҢЕЙТУ

Әміралиев Бауржан — М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің PhD докторанты, Шымкент, Қазақстан,

E-mail: Badam777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8813-9271>;

Жәнікүлов Нұрғали — PhD, қауымдастырылған профессор, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан,

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

Таймасов Бахитжан — техника ғылымдарының докторы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің "Силикаттар технологиясы және металлургия" кафедрасының профессоры., Шымкент, Қазақстан,

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

Айтуреев Мұрат — техника ғылымдарының кандидаты, доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің "Химиялық инженерия және биотехнология" жоғары мектебінің деканы, Шымкент, Қазақстан,

E-mail: murattssm@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8154-0417>;

Жакипбаев Бибол — 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>.

Аннотация. Мақалада композициялық цемент өндірісінде белсенді минералды қоспалар ретінде олардың жарамдылығын анықтау мақсатында "Ленгер", "Утесай", "Күйік" және "Мыңарал" кенорындарынан іріктелген алюминий силикатты және кремнийлі жыныстарды кешенді зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттелетін жыныстардың минералогиялық және химиялық құрамы, олардың

пуццоландық белсенділігі және цемент композиттерінің қасиеттеріне әсер ететін физика-химиялық сипаттамалары зерттелді. Цементтің бір бөлігін белсенді минералды қоспалармен ауыстыру кезінде клинкер компонентін азайту арқылы қол жеткізілетін парниктік газдар шығарындыларын азайту әлеуетін бағалауға ерекше назар аударылған. Нәтижелер. Қоспалардың әртүрлерін қолдану арқылы алынған композициялық цементтердің физика-механикалық көрсеткіштерін анықтау бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Қоспалардың цемент клинкерін ұнтақтау, ылғалдандыру және қатаю процестеріне, гидросиликат қосылыстарының түзілу кинетикасына әсері қарастырылады. Белсенді минералды қоспалардың қосылуы цемент қамырының қозғалғыштығын арттыруға және бетондардың құрылымдық түзілу жағдайларын жақсартуға, әсіресе қатаюдың бастапқы кезеңдерінде ықпал ететіні анықталды. Мұндай қоспалар орнатудың басталу және аяқталу уақытына баяулататын әсер ететіні анықталды, бұл өз кезегінде гидратация процестерінің біркелкі жүруіне және цемент тасының тығыз және берік құрылымын қалыптастыруға ықпал етеді. Бұл бетон және құрылыс бұйымдарын өндіруде неғұрлым тұрақты технологиялық сипаттамаларды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Осылайша, зерттелген алюмосиликатты және кремнийлі жыныстарды экологиялық бағдарланған композициялық цементтерді өндіруде минералды қоспалар ретінде тиімді пайдалануға болады, бұл жергілікті минералды шикізатты ұтымды пайдалану және цемент өнеркәсібінің көміртегі ізін азайту перспективаларын ашады. Күйік және Мыңарал кенорындарының тақтатастары композициялық цемент өндірісінде пайдалану мүмкіндігіне ие. Беріктіктің төмендеуіне қарамастан, бұл бірқатар маңызды артықшылықтармен өтеледі: өнімнің өзіндік құнының төмендеуі, цемент материалының беріктігінің жоғарылауы, цемент құрамындағы клинкердің үлесінің төмендеуі, атмосфераға көмірқышқыл газының шығарындыларының төмендеуі.

Түйін сөздер: белсенді минералды қоспа, диатомит, сазды шифер, ұнтақтау, композициялық цемент, пуццолан цементі, беріктік

© Б. Амиралиев¹, Н. Жаникулов^{2*}, Б. Таймасов¹, М. Айтурсев¹,
Б. Жакипбаев³

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

²Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан;

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

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЦЕМЕНТОВ

Амиралиев Бауржан — докторант PhD Южно–Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,

E-mail: Badam777@imnbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8813-9271>;

Жаникулов Нургали — PhD, ассоциированный профессор, Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан,

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

Таймасов Бахитжан — доктор технических наук, профессор кафедры «Технология силикатов и металлургия» Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,

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

Айтурсев Мурат — кандидат технических наук, доцент, декан высшей школы «Химическая инженерия и биотехнология» Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,

E-mail: murattssm@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8154-0417>;

Жакипбаев Бибол — 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>.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований алюмосиликатных пород, месторождений «Ленгерское», «Утесайский», «Куюк» и «Мынаральское», с целью определения их пригодности в качестве активных минеральных добавок при производстве композиционных цементов. Изучены химический и минералогический состав исследуемых пород, а также их пуццолановая активность и другие физико-химические характеристики, оказывающие влияние на свойства цементных композитов. Особое внимание уделено оценке потенциала снижения выбросов парниковых газов, достигаемого за счёт уменьшения клинкерной составляющей при замене части цемента активными минеральными добавками. **Результаты.** Приведены результаты экспериментальных исследований по определению физико-механических показателей композиционных цементов, полученных с использованием различных видов добавок. Рассмотрено влияние добавок на процессы помола цементного клинкера, гидратации, твердения, на кинетику формирования гидросиликатных соединений. Установлено, что включение активных минеральных добавок способствует повышению подвижности цементного теста и улучшению условий структурообразования бетонов, особенно на начальных стадиях твердения. Дополнительно выявлено, что такие добавки оказывают замедляющее действие на сроки начала и окончания схватывания, что, в свою очередь, способствует более равномерному протеканию процессов гидратации и формированию плотной и прочной структуры цементного камня. Это позволяет обеспечить более стабильные технологические характеристики при производстве бетонных и строительных изделий. Таким образом, исследованные алюмосиликатные и кремнистые породы могут быть эффективно использованы в качестве минеральных добавок при производстве экологически ориентированных композиционных цементов, что открывает перспективы для рационального использования местного минерального сырья и снижения углеродного следа цементной промышленности. Так сланцы Куюкского и Мынаральского месторождений обладают потенциалом для использования в производстве композиционных цементов. Несмотря на незначительное снижение

прочности, это компенсируется рядом существенных преимуществ: уменьшением себестоимости продукции, повышенной долговечностью цементного материала, снижением доли клинкера в составе цемента, а также сокращением выбросов углекислого газа в атмосферу.

Ключевые слова: активная минеральная добавка, диатомит, глинистый сланец, помол, композиционный цемент, пуццолановый цемент, прочность

Введение. Важным направлением решения проблемы высокой эмиссии углекислоты в окружающую среду при производстве портландцемента является снижение содержания в нем клинкерной составляющей за счет введения активных минеральных добавок (Потапова и др. 2017; Казахстан, 2021), выпуск композиционных цементов с пониженным содержанием клинкера, утилизация отходов, прошедших термическую обработку (Таймасов и др. 2024; Классен и др. 2024). Недра Казахстана богаты высококачественным цементным сырьем, крупные и средние по объему залежи известняков, глинистого сырья, активных минеральных добавок распространены по всей территории Республики Казахстан.

Задачей предприятий строительных материалов является рациональное хозяйское использование этих природных ресурсов и техногенных продуктов. В научно-исследовательских институтах, кафедрах ВУЗов проведены многочисленные исследования по использованию диатомитов, глинистых сланцев, различных отходов обогащения, золошлаков в качестве активной минеральной добавки для получения композиционных цементов. Увеличение выпуска цемента позволит устранить дефицит этого важнейшего материала в Республике, импортировать цемент за рубеж, удешевить строительство, создать дополнительные рабочие места за счет ввода новых предприятий по выпуску строительных изделий, увеличению объемов сельскохозяйственного, гидротехнического, ирригационного, дорожного строительства.

В тенденциях дальнейшего развития цементного производства в Китае указано о важности максимального снижения выбросов CO_2 самыми различными способами, в том числе за счет снижения доли клинкера в композиционных цементах (Ян Дань и др., 2024).

Искандарова М.И., Атабаев Ф.Б., Турсунова Г.Р. исследовали возможность использования термообработанного мергеля в качестве активной минеральной добавки при получении цементов. Установлено, что гидравлическая активность мергеля, термообработанного при 500°C , при полученном значении $t = 23,10 > 15$, согласно требованиям стандарта Oz MSt 336 обладает высокой гидравлической активностью и может применяться в качестве активной минеральной добавки к цементу (Искандарова и др. 2025).

Искандарова М.И., Якубжанова З.Б., Бегжанова Г.Б. изучили влияние гибридных активных минеральных добавок глиежеподобного горного массива и андебазальта вулканических горных пород Карахтаского проявления на генетическое развитие новообразований при твердении цементов. Установлено, что гидравлическая активность глиежеподобного горного массива, определенная

по критерию Стьюдента была высокая ($t=37,8$), а для андебазальта низкая ($t=3,23$). Замена 25 % клинкера при вводе оптимального сочетания предлагаемых добавок позволило получить цемент с активностью 40,4 МПа (Искандарова и др. 2025).

Рустамов Ш.Ш. и др. исследовали возможность повышения активности минеральных добавок, за счет термоактивации минеральных добавок, таких как отход флотации медно-молибденовых руд, обработанных при температурах от 700 до 900 °С и интервалами выдержки до 3 часов при максимальных температурах. Авторами установлено, что максимальная активность для термообработанного флотоотхода достигается при температуре 800 °С и составляет 14,83 мг/г (Рустамов и др. 2025).

Исследования, выполненные в ЮКУ им. М. Ауэзова показали, что путем введения добавок обожженных сланцев месторождения Мынарал можно получить композиционные цементы со снижением доли клинкерной составляющей на 10-15 %, что позволит на эту же величину снизить вредные выбросы углекислоты в атмосферу. Оптимальной температурой обжига сланцев является 800-900 °С с выдержкой 30 минут. Активность добавок по поглощению СаО составляет 27-34 мг. Введение 15-20 % обожженных сланцев позволяет снизить долю клинкера в композиционных цементах на эту же величину и уменьшить выбросы углекислоты в атмосферу (Амиралиев и др. 2024).

Современное производство цемента все больше ориентируется на применение активных минеральных добавок, производство которых связано с гораздо меньшими энергетическими затратами, чем цементный клинкер, и меньшими выбросами углекислого газа. В этом отношении перспективным является ряд синтезированных алюмосиликатных продуктов, сырьем для которых служит глинистый сланец.

Несмотря на то, что общие закономерности взаимодействия активных минеральных добавок, в том числе и метакаолинов, с портландцементом достаточно хорошо изучены, характеристики новых отечественных продуктов, предлагаемых для применения в строительной отрасли в качестве импортозамещающих аналогов, требуют специального исследования. Это обусловлено тем, что активность минеральных добавок и их влияние на гидратацию портландцемента определяется составом сырья и параметрами технологической обработки. В связи с этим минеральные добавки различных производителей существенно различаются по составу и свойствам. Активные минеральные добавки по виду происхождения разделяются на добавки естественного и искусственного происхождения. Добавки естественного происхождения разделяются на вулканические и осадочные породы.

Материалы и методы исследования. Исследование ленгерской глины, диатомита и глинистых сланцев в качестве минеральной добавки к цементам проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 25094-2015 (ГОСТ 25094-2015). Из образцов были отобраны усредненные пробы путем квартования. Сырьевые материалы изучались с помощью РЭМ, РФА, и спектроскопических методов (Таймасов и др., 2024).

Химический состав определяли с помощью растрового сканирующего

электронно-микроскопического анализа. Исследовательская работа выполнена с использованием научного оборудования региональной испытательной лаборатории инженерного профиля «ИРЛИП» ЮКУ им.М. Ауэзова. INCA Energy была исследована с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6490LV (Япония) с энергодисперсионным микроанализом и системами структурного анализа HKL-Basic. Многоцелевой растровый электронный микроскоп (с полезным увеличением от $\times 5$ до $\times 300\,000$ раз) позволяет работать как в стандартном, так и в низковакуумном режимах. Напряжение ускорителя - 0,3 – 30 кВ; определяющая способность-до 3,0 нм (при напряжении ускорителя 30 кВ); имеет термоэмиссионный источник электронов. Имеется возможность исследования образцов относительно крупных размеров (высота до 45 мм, диаметр до 200 мм) Химический анализ материалов проводили по ГОСТ 5382-2019 (ГОСТ 5382-2019; Taimasov, et al. 2021).

Минералогический состав определяли методом рентгенофазного анализа на рентгенографическом аппарате Дрон-3. Исследовательская работа выполнена с использованием научного оборудования лаборатории испытательного центра «Сапа» ЮКУ им.М. Ауэзова.

Установка ДРОН-3 позволяет проводить рентгеноструктурные исследования различных материалов, определять качественный и количественный фазовый состав и анализировать строение веществ. Оборудование работает в следующих условиях: температура окружающей среды 10-35 °С, относительная влажность при 25 °С до 80 %, атмосферное давление 630-800 мм. критика. гр. При проведении рентгеноструктурного анализа использовались рентгеновские трубки 1,5 БСБ 23-Cu.

Рентгеновская дифрактометрия (X – Ray Diffractometry) - анализ поли-и монокристаллических веществ как объемного, так и тонкопленочного типа. Этот метод позволяет определять химические соединения в образце в поликристаллических формах, атомное строение отдельных соединений, показатели элементарных ячеек пространственных решеток, их размеры и форму, сингониум, который находится в пределах.

Рентгенофазный анализ глинистого сланца (X-Ray Diffractometry), а также приложение были обнаружены в установке Bruker AXS D8 (Карлсруэ, Германия). Установка работает на медном (Cu) аноде и детекторе VANTEC PSD. Шкала- 2θ , начало-5,000 °, конец-69,996 °. Шаг-0,008 °. Время шага - 182,6 секунды. Исследования проводились в партнерстве с использованием научного оборудования Мюнхенского Технического университета (Германия).

Определение активности минеральных добавок классическим методом

Определена активность минеральной добавки методом поглощения извести. Метод основан на определении количества поглощаемой извести за определенный промежуток времени. Методом титрования была определена активность используемых материалов. Продолжительность опыта составляла 30 дней, периодически раз в двое и трое суток титровали, полученные данные записывали в таблицу определения активности минеральных добавок.

Физико-механические испытания

Исследовано влияние используемых материалов на физико-механические показатели композиционных цементов.

Физико-механические испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 310.1-76 и 310.3-76***. Цементное тесто нормальной густоты готовили в сферической чаше. Цементный раствор готовили в лабораторном автоматизированном миксере АЛС-5.

Нормальная густота цементного теста определялась с помощью прибора Вика, прочность на сжатие и изгиб определяли на образцах призмах размерами 40x40x160 мм.

В соответствии с требованиями ГОСТ 310.4-76 Цементы. Методы испытаний. Прочность на сжатие цемента без добавок (контрольная) за 28 суток испытывали на малогабаритном гидравлическом прессе ПГМ-100 МГ-4а с пределом нагрузки до 100 кН установлены пределы прочности при сжатии. Кроме того, определены плотность и влагоемкость цементных камней и коэффициенты размягчения в соответствии с ГОСТ 12730.1-2020 и ГОСТ 12730.3-2020 кубических образцов цемента. Величина плотности рассчитывалась как отношение массы образца цементного камня к объему (г/см³).

По ГОСТ 31108-2020 предусматривается выпуск портландцементов с минеральными добавками типа ЦЕМ II с добавками пуццоланы, глиежа, золы-уноса, диатомита или известняка в количестве 6-20 % и 21-35 % и более. Ввод различных добавок, замещающих клинкер, предусмотрен и в пуццолановых цементах типа ЦЕМ V (ГОСТ 31108-2020).

Результаты и дискуссия. Для получения композиционных цементов использовался портландцементный клинкер ТОО «Шымкентцемент», двуводный гипс, ленгерская глина, диатомит Утесайского месторождения Актюбинской области, глинистые сланцы месторождений «Куюк» и «Мынаральское» Джамбульская область.

Проба клинкера взята с клинкерного склада и характеризуется следующими КН, модулями и химико-минералогическим составом, масс. %: КН = 0,95, п = 2,84, р = 1,23. C₃S = 57 %; C₂S = 14,8 %; C₃A = 5,3 %; C₄AF = 18 %. Химический состав исходных материалов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав клинкера и используемых материалов

Наименование	Химический состав, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Потери при прокаливании
Клинкер ТОО «Шымкентцемент»	21,36	4,15	64,82	3,37	1,5	0,06	-
Диатомит Утесайского месторождения	74,76	11,18	1,1	4,62	1,1	1,55	6,34
Ленгерская глина	50,78	14,23	10,23	5,87	14,31	0,44	1,93
Глинистый сланец мынаральский	69,39	9,55	6,61	3,63	0,76	-	3,75

Глинистый сланец куюкский	53,94	16,99	6,47	12,77	4,10	-	4,16
Двуводный гипс	0,12	0,1	38,19	-	1,86	49,54	1,42

Клинкер: алит $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ d/n – 2,79; 2,77; 2,57; 2,25; 2,97; 1,73; 3,05 Å; белит $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ d/n – 2,79; 2,77; 2,31; 2,43; 2,86; 1,82; Å; четырехкальциевый алюмоферрит $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ d/n – 2,64; 1,82; 1,54; 1,92 Å; трехкальциевый алюминат $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ d/n – 2,16; 4,09; 1,91 Å.

Диатомиты состоят в основном из SiO_2 d = 4,26; 3,42; 2,50; 1,82 Å с примесями доломита d = 2,88; 2,19; 1,82 Å, и гипса d = 4,43; 3,12; 2,88 Å. Основная масса диатомита аморфизированное вещество и на рентгенограмме не обнаруживается.

Мынаральское месторождение глинистых сланцев: кварц - SiO_2 d/n – 3,35; 1,814; 1,538 Å; гидрослюда d/n – 3,141; 4,42; 1,484; 2,103; 2,546 Å; хлорит d/n – 7,02; 3,54; 4,68; 1,536 Å; каолинит d/n – 7,15; 3,56; 2,49; 2,34 Å; кальцит d/n – 3,03; 1,868; 1,913; 2,087 Å; гематит – Fe_2O_3 – 2,697; 2,519; 1,835; 1,688; 1,484 Å.

Куюкское месторождение: кварц - SiO_2 d/n – 3,26; 1,813; 1,539 Å; гидрослюда d/n – 3,05; 4,41; 1,483; 2,104; 2,545 Å; хлорит d/n – 7,02; 3,53; 4,69; 1,537 Å; каолинит d/n – 7,13; 3,55; 2,48; 2,36 Å; кальцит d/n – 3,029; 1,869; 1,912; Å; гематит – 2,696; 2,518; 1,834; 1,689 Å.

Определение активности минеральных добавок классическим методом. Методом титрования была определена активность ленгерской глины, диатомита, глинистых сланцев месторождений «Куюк» и «Мынаральское». Продолжительность опыта составляла 30 дней, периодически раз в двое и трое суток титровали, полученные данные записывали в таблицу определения активности минеральных добавок (Бутт, и др. 1973).

По результатам титрования были получены нижеприведенные результаты активности минеральных добавок (Рисунок 1).

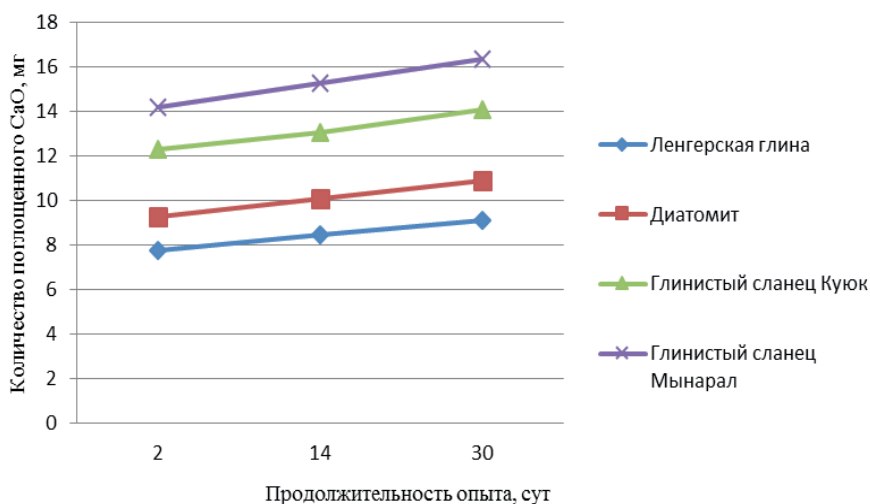


Рисунок 1 – Активность минеральных добавок

Как видно из диаграммы сланец Мынарал имеет самую высокую активность 16,7 мг, сланец Куюк 14,6 мг, диатомит 11,3 мг. Ленгерская глина имеет самую низкую активность 9,2 мг. С увеличением продолжительности опыта величина поглощения СаО непрерывно возрастает для всех добавок.

Влияние диатомита на процесс помола цемента. Исследовано влияние дозировки диатомита на процесс помола цемента. Помол цемента проводили в лабораторной мельнице. Дозировка диатомита составляла от 5 до 30 %. Масса мелющих тел шаров диаметром от 10 до 40 мм и цельпеса – составляла 40 кг, масса измельчаемого материала – 4 кг. Через определенные промежутки времени отбирали пробы и определяли остаток на контрольном сите № 008. Данные приведены на диаграмме рисунок 2.

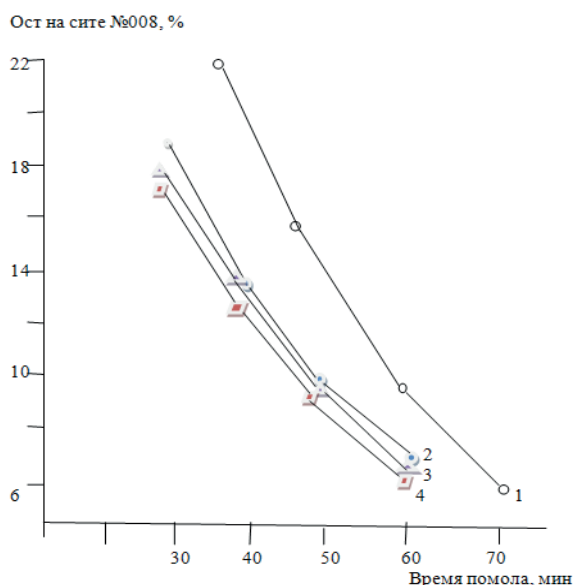


Рисунок 2 – Влияние диатомита на процесс помола цемента
1- без диатомита; 2 - с 10 % диатомита; 3 - с 20 % диатомита;
4 - с 30 % диатомита Утесайского месторождения

Результаты экспериментов показали, что диатомит интенсифицирует процесс тонкого помола цемента. Заданная тонкость помола цемента без добавки диатомита равная 6 % была достигнута за 70 минут измельчения. Диатомит в количествах от 10 до 30 % интенсифицирует процесс помола. Время помола цемента с диатомитом составило 60 минут. С увеличением дозировки добавки процесс измельчения облегчается.

Известно, что процесс помола цемента в шаровой мельнице является весьма энергоемким. На измельчение 1 т портландцемента затрачивается от 40 до 50 кВт·ч электроэнергии (Классен, и др. 2024; Ян Дань, и др. 2024). Поэтому введение диатомита при помоле цемента позволит снизить расход электроэнергии, повысить производительность мельниц, снизить себестоимость продукции.

Физико-механические испытания композиционных цементов. Заводской портландцементный клинкер подвергался дроблению в лабораторной щековой затем в валковой дробилке до размеров частиц 0 - 5мм.

Затем были замолоты композиционные цементы с добавками 5 % двуводного гипса и 0, 5, 10 и 15 % ленгерской глины, диатомита, сланца Куюк и сланца Мынарал. Помол цементов производился в двухкамерной шаровой мельнице до остатка на сите № 008 6-8 %. Тонкость помола порошков определялась на приборе ПСХ-К и составила от 3700 до 4200 см²/г. Через 30 минут помола, затем через каждые 10 минут производили отбор пробы цемента и определяли остаток на контрольном сите № 008.

Исследовано влияние материалов на физико-механические показатели композиционных цементов. Физико-механические испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 310.1-76 и 310.3-76 (ГОСТ 310.1-3-76; ГОСТ 310.4-81). Цементное тесто нормальной густоты готовили в сферической чаше. Цементный раствор готовили в лабораторном автоматизированном миксере АЛС-5. Нормальная густота цементного теста без добавки материалов составила 27,5 %, с добавкой 5 – 15 % сланца Мынарал составила 27 %, а сланца Куюк - 27 %, диатомита - 28 %. При увеличении дозировки добавок до 15 % водопотребность теста увеличивалась до 28-29 %.

Нормальная густота цементного теста определялась с помощью прибора Вика, прочность на сжатие и изгиб определяли на образцах призмах размерами 40х40х160 мм.

Как видно из таблицы 2 прочность на сжатие цемента без добавок (контрольная) за 28 суток составила 43,2 МПа. Введение 5 % минеральных добавок фактически не снижает прочность цементов (кроме ленгерской глины). Увеличением дозировки добавок до 10 % и особенно 15 % снижает прочность образцов. В целом, при введении исследованных нами добавок в количестве 5-10 % можно получить добавочные цементы марки 400. (Таблица 2).

Таблица 2. Результаты физико-механических испытаний цементов без добавки и с добавками исследуемых материалов от 5 до 15 %

Добавки, %	Прочность при сжатии, МПа, через 28 сут				Средняя плотность, г/см ³			
	Сланец Мын- арал	Сланец Куюк	Диато- мит	Ленгер- ская глина	Сланец Мын-арал	Сланец Куюк	Диатомит	Ленгерская глина
5	42,3	41,5	41,2	37,5	2240	2230	2230	2215
10	40,9	40,1	40,1	34,9	2225	2220	2220	2195
15	37,5	36,6	32,2	30,7	2215	2210	2185	2150
Без добавок	43,2				2250			

Выводы.

1. Исследованные материалы обладают не высокой пуццолановой активностью и при введении до 10% обеспечивают образование гидрокарбоалюмината кальция.

2. Введение 5-15 % ленгерской глины и диатомита приводит к заметному снижению прочности композиционного цемента. Это объясняется несколькими причинами: – снижением доли клинкерной составляющей на 5-15 %; увеличением водоцементного отношения с 0.40 до 0.43 и, вследствие этого, повышением пористости цементного камня, снижением плотности цементного раствора.

3. Установлено, что сланец Куюк и Мынарал можно вводить в портландцемент с минеральной добавкой в количестве до 10 %, что не значительно сказывается на прочности цемента.

4. Сланцы Куюк и Мынаральского месторождения пригодны для выпуска композиционных цементов. Несомненно, некоторое снижение прочности компенсируется другими положительными качествами композиционного цемента: снижением стоимости; повышением долговечности; снижением клинкерной составляющей; снижением выбросов CO_2 в атмосферу.

5. Для увеличения пуццолановой активности, рекомендуется термообработка материалов при температурах от 700 до 900 °C.

Литература

Taimasov B.T., Abdullin A.A. (2021) Planning and setting up experiments in the technology of binding materials: textbook, Almaty: ЭСПИ. — P. 190.

Амиралиев Б.Б., Куандыкова А.Е., Абдуллин А.А., Таймасов Б.Т., Потапова Е.Н. (2024) Применение АМД при получении композиционных и специальных портланд цементов с использованием отходов промышленности. Труды Международной НПК «Современные строительные материалы и технологии в строительстве энергоэффективных и ресурс осберегающих зданий». Фергана 19-20 декабря. — С. 327-330.

ГОСТ 25094-2015 (2016) Добавки активные минеральные для цементов. Метод определения активности. Издательство Стандарт Информ: Москва, Россия.

ГОСТ 310.1-81 (2016) Цементы. Методы испытаний. ИПК Издательство стандартов: Москва, Россия.

ГОСТ 310.2-81 (2016) Цементы. Методы испытаний. ИПК Издательство стандартов: Москва, Россия.

ГОСТ 310.3-81 (2016) Цементы. Методы испытаний. ИПК Издательство стандартов: Москва, Россия.

ГОСТ 310.4-81(2003) Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии. Межгосударственный стандарт. М.: ИПК Издательство стандартов.

ГОСТ 31108-2020 (2020) Цементы общестроительные. Технические условия. Издательство Стандарт Информ: Москва, Россия.

Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов, ВШ. М.: 1973. — С. 268-272.

ГОСТ 5382-2019 (2019) Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. Издательство Стандарт Информ: Москва, Россия.

Искандарова М.И., Атабаев Ф.Б., Турсунова Г.Р. (2025) Исследования местный мергелей как активных минеральных добавок для цемента. «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных и высокотемпературных материалов» Международная НТК, посвященная 95-летию лаборатории Химии и химической технологии ИОНХ АН РУз и 70-летию д.х.н., проф. З.Р.Кадыровой. – Ташкент. — С. 239-240.

Искандарова М.И., Якубжанова З.Б., Бегжанова Г.Б. (2025) Исследования влияния гибридных добавок на генетическое развитие новообразований при твердении портландцемента. «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных и высокотемпературных материалов» Международная НТК, посвященная 95-летию лаборатории

Химии и химической технологии ИОНХ АН РУз и 70-летию д.х.н., проф. З.Р.Кадыровой. Ташкент. — С. 241-243.

Классен В.К. Таймасов Б.Т. (2024) Цементология: структура, свойства цементов и оптимизация технологических процессов: учебник. В.К. Классен, Б.Т. Таймасов. — Москва; Вологда: Инфра — Инженерия. — 264 с.

Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Производство цемента и извести" Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2023 года № 941, Астана. РК, 2021. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000941>

Потапова Е.Н., Манушина А.С., Зырянов М.С., Урбанов А.В. (2017) Методы определения пуццолановой активности минеральных добавок. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №7-8. — С. 29-33.

Рустамов Ш.Ш., Шакаров Т.И., Мухамедбаев А.А. (2025) Термообработанная добавка к цементу. «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных и высокотемпературных материалов» Международная НТК, посвященная 95-летию лаборатории Химии и химической технологии ИОНХ АН РУз и 70-летию д.х.н., проф. З.Р.Кадыровой. - Ташкент. — С. 281-282.

Таймасов Б.Т. (2024) Специальная технология вяжущих материалов: учебник, Москва; Вологда: Инфра- Инженерия. — 376 с.

Таймасов Б.Т., Адырбаева Т.А. (2024) Лабораторный практикум по планированию, постановке экспериментов в технологии вяжущих материалов: учебник, Москва; Вологда: Инфра — Инженерия. — 192с.

Ян Дань, У Цзудэ, Се Цзяньфэн, Таймасов Б.Т. и др. (2024) Новые технологии и тенденции развития цементного производства и оборудования: Учебник. — Шымкент: Типография «Алем. — 516 с.

References

Taimasov B.T., Abdullin A.A. (2021) Planning and setting up experiments in the technology of binding materials: textbook, Almaty: ESPI. — 190 p. (in English)

Amiraliyev B.B., Kuandykova A.E., Abdullin A.A., Taimasov B.T., Potapova E.N. (2024) Primenenie AMD pri poluchenii kompozitsionnih i specialnih portlandcementov s ispolzovaniem othodov promishlennosti [Application of AMD in obtaining composite and special Portland cements using industrial wastes]. Proceedings of the International Scientific-Production Complex 'Modern building materials and technologies in the construction of energy-efficient and resource-saving buildings'. Fergana 19-20 December. — P. 327-330. (in Russian)

GOST 25094-2015 (2016) Dobavki aktivnie mineralnie dlya cementov. Metod opredeleniya aktivnosti [Active mineral additives for cements. Method for determination of activity]. Standard Inform Publishing House: Moscow, Russia. (in Russian)

GOST 310.1-76 (2016) Cementi. Metodi ispitaniy [Cements. Methods of determination] IPK Standards Publishing House: Moscow, Russia. (in Russian)

GOST 310.2-76 (2016) Cementi. Metodi ispitaniy [Cements. Methods of determination] IPK Standards Publishing House: Moscow, Russia. (in Russian)

GOST 310.3-76 (2016) Cementi. Metodi ispitaniy [Cements. Methods of determination] IPK Standards Publishing House: Moscow, Russia. (in Russian)

GOST 310.4-81 (2003) Metodi opredeleniya predela prochnosti pri izgibe i sjatii [Methods of determination of bending and compressive strength]. Interstate standard. Moscow: IPK Publishing House of Standards. (in Russian)

GOST 31108-2020 (2020) Cements for general construction. Technical conditions. Publisher Standard Inform: Moscow, Russia, 2020. (in Russian)

Butt Yu.M., Timashev V.V. Praktikum po himicheskoi tehnologii vyajuschih materialov [Workshop on Chemical Technology of Binding Materials], Higher School. Moscow: 1973. — P. 268-272. (in Russian)

GOST 5382-2019 (2019) Cementi i materialy cementnogo proizvodstva. Metodi himicheskogo analiza [Cements and cement production materials. Methods of chemical analysis], Standard Inform Publishing House: Moscow, Russia. (in Russian)

Iskandarova M.I., Atabaev F.B., Tursunova G.R. (2025) Issledovaniya mestnii mergelei kak aktivnih mineralnih dobavok dlya cementa [Investigations of local marl as active mineral additives for cement]. 'Innovative developments and prospects of development of chemistry technology of silicate and high-temperature materials' International Scientific and Technical Conference dedicated to the 95th anniversary of the laboratory of Chemistry and Chemical Technology of IONH AS RUz and 70th anniversary of Dr. of Chemical Sciences, Prof. Z.R. Kadyrova, Tashken. — P. 239-240. (in Russian)

Iskandarova M.I., Yakubzhanova Z.B., Begzhanova G.B. (2025) Issledovaniya vliyaniya gibridnih dobavok na geneticheskoe razvitie novoobrazovani pri tverdenii portlandcements [Studies of the influence of hybrid additives on the genetic development of neoplasms during the hardening of Portland cement]. 'Innovative developments and prospects for the development of chemical technology of silicate and high-temperature materials' International Scientific and Technical Conference dedicated to the 95th anniversary of the Laboratory of Chemistry and Chemical Technology IONH AS RUz and the 70th anniversary of Dr. Chemistry, Prof. Z.R. Kadyrova, Tashkent. — P. 241-243. (in Russian)

Klassen V.K., Taimasov B.T. (2024) Cementologiya_ struktura_ svoistva cementov i optimizaciya tehnologicheskikh processov_ uchebnik [Cementology: structure, properties of cements and optimisation of technological processes: textbook], Moscow; Vologda: Infra – Engineering. — 264 p. (in Russian)

Ob utverjdenii spravochnika po nailuchshim dostupnim tehnikam "Proizvodstvo cementa i izvesti [On approval of the best available techniques guide "Cement and lime production"] Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan from 24 October 2023. — № 941. Astana. RK. 2021. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000941> (in Russian)

Potapova E.N., Manushina A.S., Zyryanov M.S., Urbanov A.V. (2017) Metodi opredeleniya puccolanovoi aktivnosti mineralnih dobavok [Methods for determining the pozzolanic activity of mineral additives] Building materials, equipment, technologies of XXI century. — №7-8. — P. 29-33. (in Russian)

Rustamov Sh.Sh., Shakarov T.I., Mukhamedbaev A.A. (2025) Termoobrabotannaya dobavka k cementu. «Innovacionnie razrabotki i perspektivi razvitiya himicheskoi tehnologii silikatnih i vysokotemperaturnih materialov» [Heat-treated additive to cement]. 'Innovative developments and prospects of development of chemical technology of silicate and high-temperature materials' International Scientific and Technical Conference dedicated to the 95th anniversary of the Laboratory of Chemistry and Chemical Technology of IONH AS RUz and the 70th anniversary of Dr. Z.R. Kadyrova, Tashkent. — P. 281-282. (in Russian)

Taimasov B.T. (2024) Specialnaya tehnologiya vyajuschih materialov [Special technology of binding materials]: textbook. B.T. Taimasov, Moscow; Vologda: Infra-Engineering. — 376 p. (in Russian)

Taimasov B.T., Adyrbaeva T.A. (2024) Laboratornii praktikum po planirovaniyu_ postanovke eksperimentov v tehnologii vyajuschih materialov [Laboratory practice on planning, setting up experiments in the technology of binding materials]: textbook / - Moscow; Vologda: Infra — Engineering. — 192p. (in Russian)

Yang Dan, Wu Zude, Xie Jianfeng, Taimasov B.T. et al. (2024) Novie tehnologii i tendencii razvitiya cementnogo proizvodstva i oborudovani [New technologies and tendencies of cement production and equipment development]: Textbook. — Shymkent: Printing house 'Alem'. — 516 p. (in Russian)

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP 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)

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 23.12.2025.

Формат 60х88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

13,5 п.л. Заказ 4.

«Central Asian Academic Research Center» LLP

Алматы, Қонаев к-сі, 142