

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халык»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
1 (458)

JANUARY – MARCH 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в Astana IT University, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «USTEM Robotics» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «Almaty Digital Ustaz».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится

работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и WoS и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

Бас редактор:

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

Редакция алқасы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

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 Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

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

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

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

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

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

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

Editor in chief:

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

Editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

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

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

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

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2024

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
ISSN 2224–5286

Volume 1. Number 458 (2024), 83–93

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.209>

УДК 662:666.763 МРПТИ 65.35.33

© A. Kuandykova¹, B. Taimasov¹, N. Zhanikulov^{2*}, E. Potapova³, 2024

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

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

³D.I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology, Moscow, Russia.

E-mail:nurgali.zhanikulov@mail.ru

USE OF CLINKER FROM ASHISAI METALLURGICAL PLANT FOR SYNTHESIS OF BELITE CLINKER

A. Kuandykova — PhD student of the 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 of the M. Auezov South Kazakhstan university,
Shymkent, Kazakhstan

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

N. Zhanikulov — PhD, associate professor of the Karaganda university of the name of academician E.A.
Buketov, Karaganda, Kazakhstan

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

E. Potapova — Doctor of technical sciences, Professor of the D.I. Mendeleev Russian University of
Chemical Technology, Moscow, Russia

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

Abstract. In a scientific article, a study was conducted on the use of Ashchisai clinker as a regulatory additive for the production of belite cement clinker. Calculations for the raw material charge «Limestone + Loess + clinker Ashchisai» were carried out according to the RSS program. As a result of calculations, it was found that the raw materials needed to produce 1 ton of cement are limestone – 1.163–1.221 t/t, loess – 0.165–0.223 t/t, clinker Ashchisai – 0.115–0.027 t/t. Based on the results of calculations, the optimal modular parameters of the clinker of belite cement and the estimated chemical and mineralogical composition of the resulting clinker were determined. It was found that the content of unbound free CaO in clinker burned at a temperature of 1300 °C is within the normal range and amounts to 0.27–1.89 %. The specific chemical composition of belite clinker, %: SiO₂ – 26.67; Al₂O₃ – 4.75; Fe₂O₃ – 5.73; CaO – 59.60; MgO – 2.36; SO₃ – 0.58. Mineralogical composition, %: C₃S – 16.87; C₂S – 59.64; C₃A – 2.87; C₄AF – 17.42. The interplane intermediate points of minerals – C₂S (belite) were determined on the X-ray of the clinkers obtained – C₂S (belite) d = 1.72; 1.98; 2.05; 2.28; 2.54; 2.74; 2.78; 3.05; 3.23; 3.33 Å; – C₃S (alite) d = 1.49; 1.63; 1.82; 2.44; 2.88 Å; – C₃A d = 1.55; 2.70; 4.11 Å; – C₄AF d = 1.92; 2.16; 2.19; 2.63 Å. As a result, the possibility of obtaining

a belite cement clinker by burning at a temperature of 1300 °C using technogenic waste (Ashchisai clinker) was determined.

Keywords: production waste, Ashchisai clinker, raw mixture, clinker, belit, Portland cement

© А. Қуандықова¹, Б. Таймасов¹, Н. Жаниқулов^{2*}, Е. Потапова³, 2024

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

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

³Д.И. Менделеев атындағы Ресей химиялық технология университеті,
Мәскеу, Ресей.

E-mail:nurgali.zhanikulov@mail.ru

БЕЛИТТІ КЛИНКЕР СИНТЕЗДЕУ ҮШІН АЩІСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН ҚОЛДАНУ

Қуандықова А.Е. — М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің PhD докторанты, Шымкент, Қазақстан

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

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

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

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

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

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

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

Аннотация. Ғылыми мақалада Ащісай клинкерді белитті цемент клинкерін алу үшін реттеуші қоспасы ретінде пайдалану бойынша зерттеу жүргізілген. РСС бағдарламасы бойынша «Әктас+лесс+Ащісай клинкері» шикізат шихтасына есептеулер жүргізілді. Есептеу нәтижесінде 1 т цемент алу үшін қажетті шикізаттардың: әктас – 1.163–1.221 т/т, лесс – 0.165–0.223 т/т, Ащісай клинкері – 0.115–0.027 т/т аралығында қосылатындығы анықталды. Есептеу нәтижесіне сәйкес белитті цемент клинкердің оңтайлы модульдік көрсеткіштері мен алынатын клинкердің болжамды химиялық және минерологиялық құрамы анықталды. 1300 °C температурада күйдіріп алынған клинкердің құрамындағы байланыспаған бос СаО мөлшері 0.27–1.89 % аралығында екендігі анықталды. Анықталған белитті клинкердің химиялық құрамы, %: SiO₂ – 26.67; Al₂O₃ – 4.75; Fe₂O₃ – 5.73; СаО – 59.60; MgO – 2.36; SO₃ – 0.58 болды. Минералогиялық құрамы, %: C₃S – 16.87; C₂S – 59.64; C₃A – 2.87; C₄AF – 17.42 анықталды. Алынған клинкерлердің рентгенограммасында – C₂S (белит) d = 1.72; 1.98; 2.05; 2.28; 2.54; 2.74; 2.78; 3.05; 3.23; 3.33 Å; – C₃S (алит) d = 1.49; 1.63; 1.82; 2.44; 2.88 Å; – C₃A d = 1.55; 2.70; 4.11 Å; – C₄AF d = 1.92; 2.16; 2.19; 2.63 Å минералдардың жазықтық аралық нүктелері

анықталды. Нәтижесінде, техногенді қалдық т(Ащисай клинкерді) қолданып 1300 °С температурада күйдіру арқылы белитті цемент клинкерді алу мүмкіндігі толығымен орындалды.

Түйін сөздер: өндіріс қалдығы, Ащисай клинкері, шикізат қоспасы, клинкер, белит, портландцемент

© А. Куандыкова¹, Б. Таймасов¹, Н. Жаникулов^{2*}, Е. Потапова³, 2024

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

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

³Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,
Москва, Россия.

E-mail:nurgali.zhanikulov@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИНКЕРА АЩИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ДЛЯ СИНТЕЗА БЕЛИТОВОГО КЛИНКЕРА

Куандыкова А.Е. — PhD докторант, Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

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

Таймасов Б.Т. — доктор технических наук, профессор Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

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

Жаникулов Н.Н. — доктор 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>;

Потапова Е.Н. — доктор технических наук, профессор Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

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

Аннотация. В научной статье было проведено исследование по использованию клинкера вельцевания Ачисайского металлургического завода в качестве корректирующей добавки для получения белитового цементного клинкера. По программе РСС проведены расчеты на сырьевую шихту «Известняк+Лесс+клинкер Ачисай». В результате расчетов установлено, что удельный расход сырья, необходимого для получения 1 т клинкера составляет: известняк – 1.163–1.221 т/т, лесс – 0.165–0.223 т/т, клинкер Ачисай – 0.115–0.027 т/т. По результатам расчетов были определены оптимальные модульные показатели клинкера белитового цемента и предполагаемый химический и минералогический состав получаемого клинкера. Установлено, что содержание свободного СаО в клинкере, обожженном при температуре 1300 °С, находится в пределах нормы и составляет 0.27–1.89 %. Определен химический состав белитового клинкера, %: SiO₂ – 26.67; Al₂O₃ – 4.75; Fe₂O₃ – 5.73; СаО – 59.60; MgO – 2.36; SO₃ – 0.58. Минералогический состав, %: C₃S – 16.87; C₂S – 59.64; C₃A – 2.87; C₄AF – 17.42. На рентгенограмме полученных

клинкеров определены межплоскостные расстояния минералов – C_2S (белит) $d = 1.72; 1.98; 2.05; 2.28; 2.54; 2.74; 2.78; 3.05; 3.23; 3.33 \text{ \AA}$; – C_3S (алит) $d = 1.49; 1.63; 1.82; 2.44; 2.88 \text{ \AA}$; – C_3A $d = 1.55; 2.70; 4.11 \text{ \AA}$; – C_4AF $d = 1.92; 2.16; 2.19; 2.63 \text{ \AA}$. В результате определена возможность получения белитового цементного клинкера путем обжига при температуре 1300°C с использованием техногенного отхода (клинкера Ачисай).

Ключевые слова: отходы производства, ачисайский клинкер вельцевания, сырьевая смесь, клинкер, белит, портландцемент

Кіріспе

Цемент – әлем экономикасының дамуына маңызды шешуші рөл атқаратын материал, себебі цемент әртүрлі инфрақұрылымдық жобаларды жүргізуде қолданылады. Цемент экологияға кері әсерін тигізуде әлемде алғашқы орындарды алатын өндіріс саласы. Дүниежүзілік деректерге сәйкес 2023 жылы цемент өндірісі көмірқышқыл газды атмосфераға шығару бойынша әлемдік бюджеттің 7 % тиесілі болды (Tkachenko және т.б., 2023), бірақ бұл көрсеткіш 2020 жылға қарағанда 1 % кемігендігі анықталды (Luis және т.б., 2021).

Қазіргі заманауи жаңалықтар мен ғылыми әзірлемелер цемент өндірісінде бөлінетін парникті газдардың шығарындыларын төмендету мен цементтің тұтыну көлемін азайтуға бағытталған. Ғалымдар парникті газдардың шығарындыларын төмендету үшін техногенді шикізат материалдарды (көмір күлі, отынды күл, металлургиялық және химиялық қалдықтарды) қолдануды ұсынса, ал енді бірі цементті алмастырушы материалдар мен клинкерсіз цемент алу жобасын енгізді (Her және басқ., 2022). Солардың бірі америкалық ғалымдар жүргізген зерттеуде цемент өндіру үшін көмір күлді қолдану арқылы энергия шығынын төмендетуді қамтамасыз еткен. Үш түрлі цемент шихта құрамды әзірлеп, $1000\text{--}1200^\circ\text{C}$ температурада күйдірген. Көмір күлі құрамында CaF_2 минерализаторының ықпалынан фазалардың түзілуі төмен температурда жүрген. Клинкерді активтендіру энергиясы $42.7\text{--}91.1$ дейін жеткен. Табиғи шикізаттарды қалдықтармен алмастыру нәтижесінде көмірқышқыл газ шығарындылары 60 % және 1 т клинкер үшін энергия тұтыну көлемі 350 ккал/кг төмендеткен (Alpha Ousmane Touge және басқ., 2020). Австриялық ғылымдардың жүргізілген зерттеуінде техногенді қалдықтарды масса негізіндегі әдіс және химиялық компоненттер негізіндегі әдістерді қолдану арқылы әзірлеген. Нәтижесінде 1 тонна цемент алу үшін ендірілетін қалдықтардың жалпы салмағы 365–387 кг болған. Осы арқылы техногенді қалдықты қайта өңдеуде орташа 37.6 % құраған (Enengel және т.б., 2023). Үндістандық ғалым қорғасын шлагы мен ұшқын күлді клинкер күйдіруде шикізат орнына қолданған. Қалдықтарды қолдану мөлшері 44 % жеткен. Зерттеу нәтижесінде ендірілген қалдықтар CO_2 газының бөлінуін азайтып, алынған цементтің механикалық көрсеткіштерін арттырған (Nabajoti Saikia, 2016). Сондай-ақ, цемент өнеркәсібінде клинкерден түзілетін шаң мен аспирациялық шаңды қолданып цемент тасының беріктігін арттыру мақсатында композициялық құрамдар жасаған. Нәтижесінде, аспирациялық шаң құрамында

кездестін Na_2SiO_3 және Na_2SiF_6 үлгілердің тығыздығын 1.8 г/см^3 , максималды қысу беріктігін 50.7 МПа, иілу беріктігін 5.6 МПа артырған (Salamanova және т.б., 2022).

Испандық ғалымдар белитті цементтерді төмен температуралы цементтер ретінде қолданған. Белитті цемент C–S–H гелін көп мөлшерде бөлуіне байланысты өте жоғары беріктік қасиетке ие, әктас қажеттілігі төмен, күйдіру процессінде CO_2 шығарындылары аз, энергия қажеттілігі төмен, пеште жұмыс жасау температурасы төмен, отын шығыны төмен деген қорытында жасаған (Cuesta және т.б., 2021). Бейорганикалық қалдықтарды пайдаланып, шикізат шихтаны 1000°C температурада термиялық өңдеу арқылы (Ca_2SiO_4) екі кальцийлі силикат фазасын синтездеп белитті цемент клинкерін алған. Клинкердің құрамында белит фаза мөлшері 56. 62 және 72 % құраған. Рентгендік дифракция (XRD) және Фурье инфрақызыл спектроскопия (FT-IR) әдістерді қолданып цементтің гидратациялану процессін зерттеу нәтижесінде, уақыт өте келе цементте C–S–H кристалданған қосылыстардың пайда болып, 90 күннен кейін C_2S пайыздық өсім анықталған (Moudar және т.б., 2023). Белитті цемент клинкерін синтездеу үшін шикізат материалдардың орнына қағаз шламы, цемент шаңы мен күріш қабығының күлі қолданылған. Қалдықтарды физика-химиялық талдау нәтижесінде цемент шихтасының бірнеше құрамдары әзірленген. Клинкер күйдіру 1300 , 1350 және 1400°C температурада орындалған. Клинкерге құрылымдық талдау этиленгликоль әдісімен жүргізілген, нәтижесінде бос CaO мөлшері 0.5 % болған. Табиғи шикізат қолданбай белитті клинкер алу мүмкіндігі жасалған. Алынған белитті цементтің гидратациялану кинетикасы портландцементтің жылдамдығынан жоғары болды, бұл клинкердегі аморфты фазаның құрамына байланысты жүрді (Enriquez және т.б., 2020).

Осылайша, шет елдік ғалымдардың жүргізген зерттеу жұмыстарының нәтижесіне сүйеніп, елімізде белитті цемент алуды зерттеу өзекті және технологиялық артықшылығы басым екендігі дәлелденді. Бұл зерттеу жұмыстың негізгі мақсаты Ащісай клинкер қалдығын шикізат шихта құрамына қосу арқылы белитті цемент клинкер алуды зерттеу болып табылады

Материалдар мен зерттеу әдістері

Зерттеуде негізгі шикізат материалдары ретінде әктас, Текесу кенорнының лессы және Ащісай металлургиялық зауытының клинкері қолданылды. Шикізат материалдар мен қалдықтардың химиялық құрамы (Қуандықова және т.б., 2023) жарияланған мақалада көрсетілген.

Белитті клинкер алу үшін шикізат қоспа құрамын есептеу С.Д. Огороков формуласы бойынша жүргізілді. Шикізат қоспаларды есептеу РСС бағдарламасы көмегімен орындалды (Таймасов және т.б., 2013). Бұл бағдарламада есептеулер шикізат материалдардың химиялық құрамын 100%-ға келтіру арқылы жасалды. Бағдарлама мүмкіндігіне сәйкес есептеу кезінде қанығу коэффициенті, силикатты модуль мәндері енгізілді. Нәтижесінде шикізат қоспаның компоненттік құрамы, 1 т клинкерге шаққанда шикізат компоненттердің теориялық үлес шығыны, шикізат қоспаның химиялық құрамы, қоспа мен клинкердің глиноземді модуль шамасы,

клинкердің болжамды химиялық және минералогиялық құрамы анықталды (Таймасов және т.б., 2020).

Есептеу нәтижесін қолданып әктас, лесс және Ащісай металлургия зауыт клинкерді анықталған қатынаста зертханалық шарлы диірменде №008 електе 8–10 % қалдық қалғанша ұнтақтап алдық. «Әктас+лесс+Ащісай клинкері» шикізат қоспасы негізінде шикізат қоспа құрамын біртектілеу орындалды, ылғалдандылығы $w \approx 12$ % шамасында болатын шикізат қоспаларды, гидравликалық прессте 20 МПа қысым астында, диаметрі 2 см және биіктігі 1.0–1.5 см болатын таблеткалар жасап аладық (Мырзакожа және басқ., 2013). Таблеткаларды күйдіру зертханалық электр пеште 1300 °С температурада жүргіздік. Пешті жоғары максималды температураға дейін көтеру 2–2.5 сағат ішінде жүзеге асты. Берілген жоғары температурада таблеткаларды ұстап тұру уақыты 30 минутты құрады. Күйдіру процесі аяқталғаннан кейін клинкердегі бос СаО мөлшері анықталады. Бұл клинкердегі түзілген минералдардың өзара байланысуын көрсетеді. Клинкердегі бос СаО мөлшері этил-глицератты әдіспен анықталды. МЕСТ 31108–2020 талаптары бойынша клинкердегі бос СаО мөлшері 2 % аспауы тиіс (МЕСТ 31108–2020, 2019). Алынған белитті клинкердің химиялық және минералогиялық құрамы X-ray (S8 Tiger) құрылғысының көмегімен анықталды.

Нәтижелер және талқылаулар

РСС бағдарламасында «Әктас+лесс+Ащісай клинкері» үш компонентті шикізат қоспа құрамына есептеу жүргізілді. 1 кестеде үш компонентті шикізат қоспаның құрамы және шикізаттардың үлестік шығын есептеу нәтижелері келтірілген.

1 – кесте. Үш компонентті шикізат қоспаның құрамы және шикізаттардың үлестік шығыны

Қоспа атауы	Шикізат қоспаның құрамы, мас.%			Шикізаттардың үлестік шығыны, т/т клинкерге			Қанығу коэффициенті	Модульдер	
	Әктас	Лесс	Ащісай клинкері	Әктас	Лесс	Ащісай клинкері		n	p
ШҚ 1	80.59	11.44	7.96	1.163	0.165	0.115	0.75	2.2	0.72
ШҚ 2	81.65	13.09	5.26	1.180	0.190	0.077	0.75	2.5	0.92
ШҚ 3	82.97	15.16	1.86	1.221	0.223	0.027	0.75	3.0	1.33

«Әктас+лесс+Ащісай клинкері» шикізат қоспасында компоненттердің үлестік шығыны силикатты модульге байланысты өзгерді: әктас – 1.163–1.221 т/т, лесс – 0.165–0.223 т/т өсті, ал Ащісай клинкері – 0.115–0.027 т/т, яғни 1 т цемент клинкер алу үшін Ащісай клинкерінің мөлшері азайды. Силикатты модуль 2.2-ден 3.0-ке дейін жоғарылаған кезде реттеуші компонент Ащісай клинкерінің үлестік шығыны төмендеді. Орта есеппен 1 т цемент клинкерді алу үшін 27–115 кг Ащісай клинкері жұмсалады. Клинкердің болжамды химиялық және минералогиялық құрамы 2 кестеде келтірілген.

2 – кесте. Клинкердің болжамды химия-минералогиялық құрамы

Қоспа атауы	Клинкердің химиялық құрамы, мас. %							Минералогиялық құрамы, мас. %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	басқа	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	жалпы
ШҚ 1	22.97	4.39	6.05	57.59	1.95	1.54	5.51	21.82	49.38	1.35	18.39	90.94
ШҚ 2	23.48	4.48	4.91	58.43	1.82	1.53	5.35	22.31	50.49	3.53	14.93	91.25
ШҚ 3	24.14	4.60	3.45	59.50	1.66	1.51	5.14	22.94	51.91	6.32	10.49	91.65

Есептеу нәтижесі көрсеткендей, клинкердің минералогиялық құрамы белитті клинкер алуға болатындығын көрсетті. Силикатты модуль көрсеткіші 2.2–3.0 дейін жоғарлатқанда белит минералы мөлшері артып 51.91 % жетті, ал C₃A мөлшері 1.35–6.32 % жоғарлады. Керісінше C₄AF мөлшері 18.39 %–дан 10.49 %–ға азайды.

Есептеу нәтижесіне сәйкес «Әктас+лесс+Ащісай клинкері» шикізат қоспалары бойынша диаметрі 2 см және биіктігі 1.0–1.5 см болатын таблеткалар дайындалды. Таблеткаларды күйдіру зертханалық электр пеште 1300 °C температурада жүргізілді. Пешті жоғары максималды 1300 °C температураға дейін көтеру 2–2.5 сағат ішінде жүзеге асты. Берілген жоғары температурада таблеткаларды ұстап тұру уақыты 30 минутты құрады. «Әктас+лесс+Ащісай клинкері» шикізат қоспасы негізінде күйдірілген цемент клинкерінің жалпы көрінісі 1 суретте көрсетілген.



1 – сурет. «Әктас+лесс+Ащісай клинкері» шикізат қоспасы негізінде күйдірілген клинкерлер (Fig. 1. Clinkers based on the raw material mixture “Limestone + loess + Ashchisay clinker”)

1300 °C температурада күйдірілген клинкерлердің құрамындағы байланыспаған бос CaO мөлшері этил-глицератты әдіспен анықталды. Клинкердің іс жүзіндегі химия-минералогиялық құрамы ЖШС «Стандар Цемент» зауытындағы орталық лабораторияда X-ray (S8 Tiger) заманауи құрылғысының көмегімен анықталды. Шикізат қоспасының құрамы, қанығу коэффициенті және модульдер клинкер минералдарының кальций оксидіне байланысу процессіне әсері мен клинкердің іс жүзіндегі химия-минералогиялық құрамының нәтижелері 3–4 кестеде көрсетілген.

3 – кесте. Шикізат қоспасының құрамы, қанығу коэффициенті және модульдер клинкер минералдарының кальций оксидіне байланысу процессіне әсері

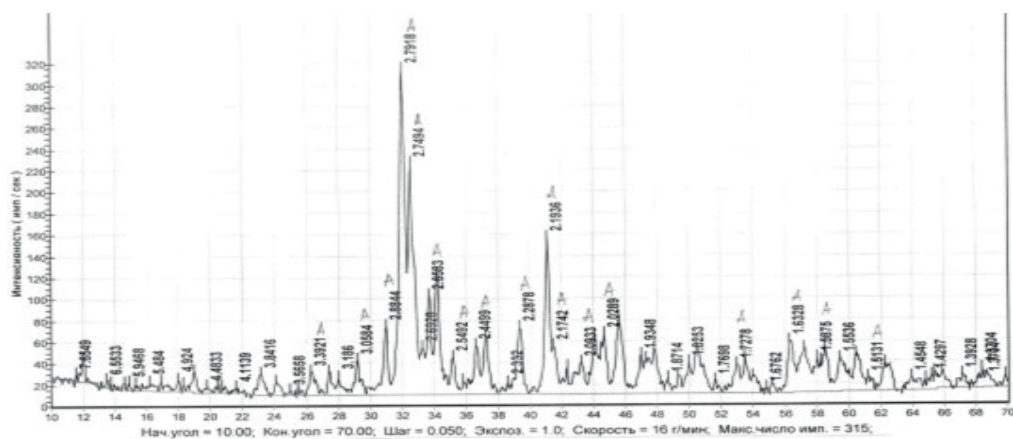
Қоспа атауы	Шикізат қоспаның құрамы, мас. %			Қанығу коэффициент	Модульдер		Бос СаО, % 1300 °С
	Әктаc	Лесс	Ащісай клинкері		n	p	
ШҚ 1	74.42	16.25	9.32	0.67	2.55	0.83	0.27
ШҚ 2	75.12	17.58	7.30	0.67	2.78	1.02	0.54
ШҚ 3	75.98	19.21	4.81	0.67	3.0	1.18	1.89

4 – кесте. 1300 °С күйдірілген клинкердің іс жүзіндегі химия-минералогиялық құрамы

Клин-кер	Клинкердің химиялық құрамы, мас. %							Минералогиялық құрамы, мас. %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	басқа	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	жалпы
Кл1	26.67	4.75	5.73	59.60	2.36	0.58	0.31	16.87	59.64	2.87	17.42	96.80
Кл2	27.15	4.88	4.90	59.61	2.36	0.48	0.62	17.64	62.76	4.62	14.90	99.92
Кл3	27.45	4.95	4.20	60.25	2.36	0.58	0.21	17.77	62.82	5.99	12.77	99.35

1300 °С күйдірілген клинкердің 3 үлгісіне (Кл1, Кл2 және Кл3) сәйкес бос СаО мөлшері 0.27–1.89 % аралығында болды. Ащісай клинкері 9.32 % ендірілген Кл1 құрамында түзілген негізгі минералдар: C₂S – 59.64 %, C₃S – 16.87 %, C₃A – 2.87 %, C₄AF – 17.42 % болды. 7.3 % ендірілген Кл2 құрамында түзілген негізгі минералдар: C₂S – 62.76 %, C₃S – 17.64 %, C₃A – 4.62 %, C₄AF – 14.90 % түзілді, ал 4.81 ендірілген Кл3 құрамында түзілген негізгі минералдар: C₂S – 62.82 %, C₃S – 17.77 %, C₃A – 5.99 %, C₄AF – 12.77 % құрады. Аталған техногенді қалдық силикатты модуль артқан сайын төмендеді. Ащісай клинкерінің құрамында кездесетін ZnO = 3.66 % және TiO₂ = 0.65 % металл оксидтері минерализатор ретінде әсер етіп, клинкер түзілу процессін жеделдетті, сұйық фазаның артуына әсерін тигізді.

Күйдірілген клинкерлерді рентгенофазалық талдау жұмыстары ЖШС «ЦЕЛСИМ» құрылыс материалдарын сертификаттық сынаудың орталық зертханасында (Алматы қ.) жасалды. Алынған клинкерлердің ретгенограммалары 2 суретте келтірілген.



Қорытынды

1. Ащісай клинкерін шикізат ретінде кәдеге жаратудың оңтайлы шешімі, белитті цемент алуда клинкер құрамына 4.81–9.32 % аралығында ендіру ұсынылды.

2. 1300 °С күйдірілген клинкердің 3 үлгісі (Кл1, Кл2 және Кл3) алынды. Клинкер құрамындағы бос СаО мөлшері анықталды, нәтижесі 0.27–1.89 % болды.

3. Белитті клинкер құрамында түзілген негізгі минералдар саны C_2S – 59.64–62.82 %, C_3S – 16.87–17.77 %, C_3A – 2.87–5.99 %, C_4AF – 17.42–12.77 % болды.

4. Рентгенофазалық талдау нәтижесінде C_2S (белит) $d = 1.72; 1.98; 2.05; 2.28; 2.54; 2.74; 2.78; 3.05; 3.23; 3.33 \text{ \AA}$, C_3S (алит) $d = 1.49; 1.63; 1.82; 2.44; 2.88 \text{ \AA}$, C_3A $d = 1.55; 2.70; 4.11 \text{ \AA}$, C_4AF $d = 1.92; 2.16; 2.19; 2.63$ клинкер минералдарды анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

ГОСТ 31108–2020. Цементы общестроительные. Технические условия. (2019). Введ. 2020–06–01. — М.: Стандартиформ, 2019. — 12 с.

Қуандықова А.Е., Жаникулов Н.Н., Таймасов Б.Т., Жакипбаев Б.Е. (2023). Портландцемент клинкерін алуда Ащісай металлургиялық зауытының клинкерін реттеуші қоспа ретінде қолдануды зерттеу. — *Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының Баяндамалары*. 2023. — №3 (347), — 146–156 б. — <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.232>

Мырзақожа Д.А., Мирзаходжаев А.А. (2013). Современные методы исследования, Редакционно-издательский центр КБТУ. — 2013. — 280 с.

Таймасов Б.Т., Бычков В.В. (2013). Методическое руководство по применению электронной вычислительной таблицы РСС «Расчет сырьевой смеси цементного завода». Шымкент, ЮКГУ. — 2013.

Таймасов Б.Т., Даулетияров М.С., Қуандықова А.Е. (2020). Тұтастырғыш материалдар технологиясындағы эксперименттерді жоспарлау, қою, — Шымкент, — 2020. — 203 б.

Alpha Ousmane Toure, Nicholas Auyeung, Falilou Mbacke Sambe, Jackson Scott Malace, Fuqiong Lei (2020). Cement Clinker Based on Industrial Waste Materials // *Journal of Civil & Environmental Engineering*. — 2020. — Vol.10:3. — 343. — DOI:10.37421/jcce.2020.10.343

Cuesta A., Ayuela A., Aranda M. (2020). Belite cements and their activation // *Cement and Concrete Research*. — 2021. — Vol. 140. — 106319. — <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.106319>

Enengel M.J., Viczek S.A., Sarc R. (2023). Determining the recycled content in cement: A study of Austrian cement plants // *Resources, Conservation and Recycling*. 2023. — Vol. 199. — 107276. — <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107276>

Enriquez M.K., Tobon J.I., Ramirez J.H. (2020). Use of industrial wastes for the synthesis of belite clinker // *Materiales de Construcción*. — 2020. — Vol.70. — Iss, 339. e226. — <https://doi.org/10.3989/mc.2020.14219>

Her S., Park J., Li P., Bae S. (2022). Feasibility Study on Utilization of Pulverized Eggshell Waste as an Alternative to Limestone in Raw Materials for Portland Cement Clinker Production // *Construction Building Materials* — 2022. — Vol. 324. — 126589.

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* — 2021. — Vol.1. — Pp.72–82. — DOI:10.1002/ghg3.5

Moudar J., El Fami N., Diouri A., Taibi M. (2023). Eco-friendly belite cement elaborated from shell and glass powder // *Materials today: Proceedigs* – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.092>

Nabajyoti Saikia (2016). Recycling of industrial and municipal solid wastes in cement based applications. — 2016. — https://www.researchgate.net/publication/299578530_Recycling_of_industrial_and_municipal_solid_wastes_in_cement_based_applications

Salamanova M, Murtazaev S-A, Saidumov M, Alaskhanov A, Murtazaeva T, Fediuk R. (2022). Recycling of Cement Industry Waste for Alkali-Activated Materials Production // *Materials* — 2022. — Vol.15(19). 6660. — <https://doi.org/10.3390/ma15196660>

Tkachenko, N., Tang, K., McCarten, M. et al. (2023). Global database of cement production assets and upstream suppliers // *Scientific Data* — 2023. — Vol.10. 696. — <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02599-w>

REFERENCES

GOST 31108–2020 General construction cements. Technical specifications., (2019). Introduction. 2020-06-01. — Moscow: Standartinform, 2019. — 12 p. (in Russ.).

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 Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. — 2023. — No.3(347). — Pp.146–156. — <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.232> (in Kazakh.).

Myrzakozha D.A., Mirzakhodzhaev A.A. (2013). Modern research methods, Editorial and publishing center of KBTU. — 2013. — 280 p. (in Russ.).

Taimasov B.T., Bychkov V.V. (2013). Methodological guidance on the use of the RSS electronic calculation table «Calculation of the raw mixture of a cement plant». Shymkent, SKSU. — 2013. (in Russ.).

Taimasov B.T., Dauletiyarov M.S., Kuandykova A.E. (2020). Planning, staging experiments in the technology of binding materials, Shymkent, — 2020. — 203 p. (in Kazakh.).

Alpha Ousmane Toure, Nicholas Auyeung, Falilou Mbacke Sambe, Jackson Scott Malace, Fuqiong Lei (2020). Cement Clinker Based on Industrial Waste Materials // *Journal of Civil & Environmental Engineering*. — 2020. — Vol.10:3. — 343. — DOI:10.37421/jcce.2020.10.343 (in Eng.).

Cuesta A., Ayuela A., Aranda M. (2020). Belite cements and their activation // *Cement and Concrete Research*. — 2021. — Vol. 140. — 106319. — <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.106319> (in Eng.).

Enengel M.J., Viczek S.A., Sarc R. (2023). Determining the recycled content in cement: A study of Austrian cement plants // *Resources, Conservation and Recycling*. — 2023. — Vol. 199. — 107276. — <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107276> (in Eng.).

Enriquez M.K., Tobon J.I., Ramirez J.H. (2020). Use of industrial wastes for the synthesis of belite clinker // *Materiales de Construcción*. — 2020. — Vol.70. — Iss. 339. — e226. — <https://doi.org/10.3989/mc.2020.14219> (in Eng.).

Her S., Park J., Li P., Bae S. (2022). Feasibility Study on Utilization of Pulverized Eggshell Waste as an Alternative to Limestone in Raw Materials for Portland Cement Clinker Production // *Constriction Building Materials* — 2022. — Vol.324. — 126589. (in Eng.).

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* — 2021. — Vol.1. — Pp. 72–82. — DOI:10.1002/ghg3.5 (in Eng.).

Moudar J., El Fami N., Diouri A., Taibi M. (2023). Eco-friendly belite cement elaborated from shell and glass powder // *Materials today: Proceedigs* — 2023. — <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.092> (in Eng.).

Nabajyoti Saikia (2016). Recycling of industrial and municipal solid wastes in cement based applications. — 2016 — https://www.researchgate.net/publication/299578530_Recycling_of_industrial_and_municipal_solid_wastes_in_cement_based_applications (in Eng.).

Salamanova M., Murtazaev S.A., Saidumov M., Alaskhanov A., Murtazaeva T., Fediuk R. (2022). Recycling of Cement Industry Waste for Alkali-Activated Materials Production // *Materials* 2022. — Vol.15(19). — 6660. — <https://doi.org/10.3390/ma15196660> (in Eng.).

Tkachenko N., Tang K., McCarten M. et al. (2023). Global database of cement production assets and upstream suppliers // *Scientific Data* 2023. — Vol.10. 696. — <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02599-w> (in Eng.).

МАЗМҰНЫ

Н.А. Алжаппарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов ХАЛКОН НЕГІЗІНДЕГІ 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛДЫ СИНТЕЗДЕУДІҢ ЖАҢА СТРАТЕГИЯСЫ.....	7
Ж. Жақсылық, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадуллаев ТҮБЕЛІКТІ РЕАКТОРДАҒЫ АГРЕГАЦИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ СТОХАСТИКАЛЫҚ РЕКТОР КОНЦЕПЦИЯСЫНА НЕГІЗГЕН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	18
Т.С. Кайменова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Космбаева, Г.Ж. Жақупова АСФАЛЬТЕНДЕРДЕН СОРБЕНТТЕР АЛУ ЖӘНЕ ЖОЛ БИТУМЫНА АДГЕЗИЯЛЫҚ ҚОСПА РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ.....	27
Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева ХИМИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗДЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	40
Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилкасова, С.С. Егеубаева АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ЗАТТАРМЕН ЛАСТАНУ ДЕНГЕЙІН ЗЕРТТЕУ.....	54
А.Б. Қуандықова, Б.Ж. Джембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Ақылбеков, Н.О. Акимбаева ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) ЖӘНЕ ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) СИНТЕЗІ, МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЖӘНЕ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ.....	70
А. Қуандықова, Б. Таймасов¹, Н. Жаникулов, Е. Потапова БЕЛИТТІ КЛИНКЕР СИНТЕЗДЕУ ҮШІН АЦІСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН ҚОЛДАНУ.....	83
Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садыков ТАБИҒИ ТАСЫМАЛДАҒЫШҚА ҚОНДЫРЫЛҒАН КАТАЛИЗАТОРЛАРДА ПРОПАН-БУТАН ҚОСПАСЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ТОТЫҒУЫ.....	94
О. Нүркенов, С. Фазылов, Ж. Нұрмағанбетов, Т. Сейілханов, Ә. Мендібаева ТАБИҒИ АЛКАЛОИДТАРДЫҢ ФРАГМЕНТТЕРІ БАР НИКОТИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ЖАҢА ТИОМОЧЕВИНА ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	106
Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек ІРІКТЕМЕЛІ ШАЙМАЛАУ АРҚЫЛЫ КОНКРЕЦИОНДЫ ФОСФОРИТ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АРТТЫРУ.....	116
А.А. Саденова, А.Р. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, Н.Т. Gomes, М.С. Калмаханова АСҚАБАҚ ТҰҚЫМЫНЫҢ ҚАБЫҒЫНАН АЛЫНҒАН АДСОРБЕНТТЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ӨНДІРІСТІК АҒЫНДЫ СУЛАРДАН НИКЕЛЬ ИОНДАРЫН ЖОЮ.....	137
А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова МЫС ОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ОРАУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....	153
К.К. Сырманова, Ж.Б. Қалдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Түлеуов ПОЛИМЕРЛІ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ПОЛИМЕРЛІ-БИТУМДЫ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	164
Б.Р. Таусарова, С.О. Әбілқасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова МЫРЫШ ОКСИДІНІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЗЫҒЫР МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	178
Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева «УРАЛОСИБИРСКАЯ 2» БИДАЙ СОРТЫНЫҢ СО ₂ -СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	187

СОДЕРЖАНИЕ

Н.А. Алжанпарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов НОВАЯ СТРАТЕГИЯ СИНТЕЗА 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛОВ НА ОСНОВЕ ХАЛКОНОВ.....7	7
Ж. Жаксылык, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадуллаев КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АГРЕГАЦИИ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ В ТРУБЧАТОМ РЕАКТОРЕ.....18	18
Т.С. Кайменова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Космбаева, Г.Ж. Жакупова ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ ИЗ АСФАЛЬТЕНОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ АДГЕЗИОННОЙ ДОБАВКИ К ДОРОЖНОМУ БИТУМУ.....27	27
Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ.....40	40
Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О.Абилкасова, С.С. Егеубаева ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ГОРОДА АЛМАТЫ.....54	54
А.Б. Куандыкова, Б.Ж. Джиембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Акылбеков, Н.О. Акимбаева СИНТЕЗ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА) И ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА).....70	70
А. Куандыкова, Б. Таймасов, Н. Жаникулов, Е. Потапова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИНКЕРА АЦИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ДЛЯ СИНТЕЗА БЕЛИТОВОГО КЛИНКЕРА.....83	83
Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садыков ПАРЦИАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ НА КАТАЛИЗАТОРАХ, НАНЕСЕННЫХ НА ПРИРОДНЫЕ НОСИТЕЛИ.....94	94
О. Нуркенов, С. Фазылов, Ж. Нурмаганбетов, Т. Сейлханов, А. Мендибаева СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ НОВЫХ ТИОМОЧЕВИННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ С ФРАГМЕНТАМИ ПРИРОДНЫХ АЛКАЛОИДОВ.....106	106
Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек ПОВЫШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КОНКРЕЦИОННОГО ФОСФОРИТА МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ.....116	116
А.А. Саденова, А.П. Сильва, Дж.Л. Диас де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Калмаханова УДАЛЕНИЕ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДСОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СКОРЛУПЫ СЕМЯН ТЫКВЫ.....137	137
А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....153	153
К.К. Сырманова, Ж.Б. Калдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Тулеуов ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО.....164	164
Б.Р. Таусарова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЦИНКА.....178	178
Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ CO ₂ -ЭКСТРАКТА СОРТА ПШЕНИЦЫ " УРАЛОСИБИРСКАЯ 2".....187	187

CONTENTS

N.A. Alzhapparova, M.K. Ibraev, S.Y. Panshina, A.A. Zhortarova, B.E. Bekturganov NEW STRATEGY FOR THE SYNTHESIS OF 3,5-DIARYLPYRAZOLES BASED ON CHALCONES.....	7
Zh. Zhaksylyk, L. Musabekova, M.A. Murad, K. Arystanbayev, D. Zhumadullayev COMPUTER MODELING BASED ON THE STOCHASTIC LATTICE CONCEPT FOR AGGREGATION PROCESSES IN A TUBULAR REACTOR.....	18
T.S. Kainenova, R.O. Orynassar, G.T. Kosmbayeva, G.Zh. Zhakupova ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING SORBENTS FROM ASPHALT AND USE AS AN ADHESIVE ADDITIVE TO ROAD BITUMEN.....	27
D.Zh. Kalimanova, A.A. Aleshova, Sh.T. Balabekova, A.K. Mendigalieva, FORMATION OF THE BASICS OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN TEACHING CHEMISTRY.....	40
L.M. Kalimoldina, G.S. Sultangazieva, S.O. Abilkasova, S.S. Egeubaeva STUDY ON THE LEVEL OF CHEMICAL POLLUTION OF WATER RESOURCES IN ALMATY.....	54
A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhienbaev, A.B. Dobrynin, N.I. Akylbekov, N.O. Akimbaeva SYNTHESIS, MOLECULAR AND CRYSTAL STRUCTURES OF TETRAETHYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE) AND TETRAPROPYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE).....	70
A. Kuandykova, B. Taimasov, N. Zhanikulov, E. Potapova USE OF CLINKER FROM ASHISAI METALLURGICAL PLANT FOR SYNTHESIS OF BELITE CLINKER.....	83
B.K. Massalimova, A.S. Darmenbayeva, Zh. Mukazhanova, S.A. Tungatarova, V.A. Sadykov PARTIAL OXIDATION OF A PROPANE-BUTANE MIXTURE ON CATALYSTS SUPPORTED ON A NATURAL SUPPORT.....	94
O. Nurkenov, S. Fazylov, Zh. Nurmaganbetov, T. Seilkhanov, A. Mendibayeva SYNTHESIS AND STRUCTURE OF NEW THIOUREA DERIVATIVES OF NICOTINIC ACID WITH FRAGMENTS OF NATURAL ALKALOIDS.....	106
Y.B. Raiymbekov, P.A. Abdurazova, S.P. Nazarbekova, U.B. Nazarbek ENHANCING THE CONCENTRATION OF NODULAR PHOSPHORITE BY SELECTIVE LEACHING.....	116
A.A. Sadenova, A.P. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, H.T. Gomes, M.S. Kalmakhanova REMOVAL OF NICKEL IONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING ADSORBENTS OBTAINED FROM THE SHELLS OF PUMPKIN SEEDS.....	137
A.I. Samadun, B.R. Taussarova, G.T. Daribayeva, D.E. Nurmukhanbetova SYNTHESIS OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES AND APPLICATION FOR FOOD PACKAGING.....	153
K.K. Syrmanova, Zh.B. Kaldybekova, A.B. Agabekova, E.T. Botashev, R.M. Tuleuov INFLUENCE OF POLYMER AND FUNCTIONAL ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF POLYMER-BITUMEN BINDER.....	164
B.R. Taussarova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina, Zh.E. Shaikhova INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF FLAX MATERIALS MODIFIED WITH ZINC OXIDE NANOPARTICLES.....	178
N.N. Tokbayeva, M.A. Dyusebaeva, G.T. Daribayeva, B.K. Kopzhassarov, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL STUDY OF CO ₂ -EXTRACT VARIETIES OF WHEAT "URALOSIBIRSKAYA-2".....	187

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

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

Подписано в печать 15.03.2024.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.