

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 «Халық»

N E W S

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

**SERIES
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY**

2 (459)

APRIL – JUNE 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/arithiv>

© 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 2, Number 459 (2024), 164–176
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.230>
IRSTI 53.81.37

©V. Romanov¹, V. Merkulov¹, S. Kabiyeva^{1*}, R. Zhaslan¹, L. Vlasova², 2024

¹NLC «Karaganda Industrial University», Temirtau, Kazakhstan;

²NLC «Karaganda medical university», Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: kabieva.s@mail.ru

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF PROCESSING TECHNOGENIC WASTE FROM BLAST FURNACE PRODUCTION IN ORDER TO OBTAIN A CLINKER-FREE BINDER

Romanov Viktor — Candidate of Technical Sciences, associate professor of NLC «Karaganda Industrial University». 101400. Temirtau, Kazakhstan

E-mail: v.romanov@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-6609-4690;

Merkulov Vladimir — Candidate of Chemical Sciences, associate professor of NLC «Karaganda Industrial University». 101400. Temirtau, Kazakhstan

E-mail: v.merkulov@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0001-8959-114X;

Kabiyeva Saule — Candidate of Chemical Sciences, associate professor of NLC «Karaganda Industrial University». 101400. Temirtau, Kazakhstan

E-mail: kabieva.s@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4868-5278;

Zhaslan Rymgul — Doctor of PhD of NLC «Karaganda Industrial University». 101400. Temirtau, Kazakhstan

E-mail: r.zhaslan@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-1809-8961;

Vlasova Lenina — Candidate of chemical sciences, *associate* professor of NLC «Karaganda State Medical University». 100000. Karaganda, Kazakhstan

E-mail: Vlasova@qmu.kz. ORCID 0000-0003-1530-3859.

Abstract. The intensive development of industry at the present stage of human development, the increase in product quality requirements, the intensification of technological processes, the transition to resource-saving production is inextricably linked with the activation of technological processes. Activation involves a decrease in the energy barrier of the reaction caused by a certain effect on the molecules involved in the elementary act of interaction. The methods of activation of molecules are very diverse, but all existing methods, first of all, have such an effect on the electron-nuclear structure of the molecule, as a result of which the molecule is rearranged energetically in the most advantageous way for further transformation. Research in the field of obtaining import-substituting flotation reagents, namely, foaming agents, the study of a complex of chemical and physico-chemical properties, their use for flotation enrichment of copper-containing ores are relevant. The relevance is due to the need for further development of energy- and resource-saving technologies using activation methods to intensify technological processes. Granulated blast furnace slags, blast furnace and steelmaking slag were selected as objects of research. The article discusses waste recycling methods and technologies, as well as analyzes their potential for use in the production of a clinker-free binder. The authors of the article conduct experiments and research to determine the optimal conditions and parameters of the waste recycling process in order to obtain a high-quality product. As a result of research

on activation technology in order to obtain a clinker-free binder, compositions based on blast-furnace granular slags have been developed, which are characterized by strength grades from M50 to M300. The maximum limit limits of the number of activators are not more than 26–32 %. Compositions for road construction have been tested using developed clinker-free binders. The resulting clinker-free binder has the necessary physico-chemical properties for use in the construction industry. Its use makes it possible to reduce the negative impact on the environment and reduce dependence on the use of natural resources. In general, this article represents an important contribution in the field of man-made waste recycling and the development of environmentally sustainable materials for the construction industry. The results of the study can be used in further research and development in this area and are useful for the development of effective waste disposal methods and the creation of environmentally friendly materials for the construction industry.

Keywords: slag, activation technology, construction materials, mineral binders, man-made waste

Acknowledgements. The article was prepared based on the results of scientific research within the framework of the state order of the Ministry of Science and Higher Education for the implementation of the grant fundamental scientific and technical project IRN: AP19678263 on the topic «Rational use of man-made waste from metallurgical industries».

© **В.В. Романов¹, В.В. Меркулов¹, С.К. Кабиева^{1*}, Р.Қ. Жаслан¹,
Л.М. Власова², 2024**

¹«Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Теміртау, Қазақстан;

²«Қарағанды медицина университеті» КеАҚ, Қарағанды, Қазақстан.

E-mail: kabieva.s@mail.ru

КЛИНКЕРСІЗ ТҮТҚЫР ЗАТ АЛУ МАҚСАТЫНДА ДОМНА ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Романов Виктор Иванович — техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Теміртау, Қазақстан

E-mail: v.romanov@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-6609-4690;

Меркулов Владимир Витальевич — химия ғылымдарының кандидаты, доцент, «Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Теміртау, Қазақстан

E-mail: v.merkulov@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0001-8959-114X;

Кабиева Сауле Казжановна — химия ғылымдарының кандидаты, доцент, «Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Теміртау, Қазақстан

E-mail: kabieva.s@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4868-5278;

Жаслан Рымгүл Қуатқызы — PhD докторы, «Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Теміртау, Қазақстан

E-mail: r.zhaslan@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-1809-8961;

Власова Ленина Михайловна — химия ғылымдарының кандидаты, ауымдастырылған профессор, «Қарағанды медицина университеті» КеАҚ, Қарағанды, Қазақстан

E-mail: Vlasova@qmu.kz. ORCID 0000-0003-1530-3859.

Аннотация. Адамзат дамуының қазіргі кезеңіндегі өнеркәсіптің қарқынды дамуы, өнім сапасына қойылатын талаптардың артуы, технологиялық

процестердің қарқындылығы, ресурстарды үнемдейтін өндірістерге көшу технологиялық процестердің белсендірілуімен бірдей байланысты емес. Активация өзара әрекеттесудің қарапайым актісіне қатысатын молекулаларға белгілі бір әсер етуден туындаған реакцияның энергетикалық тосқауылының төмендеуін қарастырады. Молекулаларды белсендіру әдістері өте алуан түрлі, бірақ барлық қолданыстағы әдістер, ең алдымен, молекуланың электронды-ядролық құрылымына осындай әсер етеді, нәтижесінде молекула одан әрі түрлендіру үшін энергетикалық тұрғыдан ең тиімді түрде қайта құрылады. Импортты алмастыратын флотореагенттерді, атап айтқанда көбік түзгіштерді алу саласындағы зерттеулер, химиялық және физика-химиялық қасиеттер кешенін зерттеу, оларды құрамында мыс бар кендерді флотациялық байыту үшін пайдалану өзекті болып табылады. Өзектілігі технологиялық процестерді қарқындатудың активтендіру әдістерін қолдана отырып, энергия, ресурс үнемдейтін технологияларды одан әрі дамыту қажеттілігіне байланысты. Зерттеу нысандары ретінде түйіршікті домна қождары, домна пеші және болат балқыту қождары алынды. Мақалада қалдықтарды қайта өңдеу әдістері мен технологиялары, сонымен қатар олардың клинкерсіз тұтқыр өндірісте пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Авторлармен сапалы өнім алу үшін қайта өңдеу процесінің оңтайлы шарттары мен параметрлерін анықтау үшін эксперименттер мен зерттеулер жүргізілді. Активтендіру технологиясын зерттеу нәтижесінде клинкерсіз тұтқыр зат алу мақсатында беріктігі М50-ден М300-ге дейінгі маркалармен сипатталатын домендік түйіршікті кождар негізінде композициялар жасалды. Активаторлар санының 26–32 % - дан аспайтын ең жоғары шекаралық шектері белгіленді. Өзірленген клинкерсіз байланыстырғыштарды қолдана отырып, жол құрылысына арналған құрамдар сыналды. Алынған клинкерсіз тұтқыр материал құрылыс индустриясында пайдалану үшін қажетті физика-химиялық қасиеттерге ие. Оны пайдалану қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға және табиғи ресурстарды пайдалануға тәуелділікті азайтуға мүмкіндік береді. Тұтастай алғанда, бұл мақала техногендік қалдықтарды қайта өңдеу және құрылыс өнеркәсібі үшін экологиялық тұрақты материалдарды әзірлеу саласындағы маңызды үлесті білдіреді. Зерттеу нәтижелерін осы саладағы әрі қарайғы зерттеулер мен әзірлемелерде қолдануға болады және қалдықтарды жоюдың тиімді әдістерін дамытуға және құрылыс индустриясы үшін экологиялық таза материалдар жасауға пайдалы.

Түйін сөздер: қож, активтендіру технологиялары, құрылыс материалдары, минералды байланыстырғыштар, техногендік қалдықтар

© В.В. Романов¹, В.В. Меркулов¹, С.К. Кабиева^{1*}, Р.Қ. Жаслан¹,
Л.М. Власова², 2024

¹НАО «Карагандинский индустриальный университет», Темиртау,
Казахстан;

²НАО «Медицинский университет караганды», Караганда, Казахстан.
E-mail: kabieva.s@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗКЛИНКЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО

Романов Виктор Иванович — кандидат технических наук, доцент, НАО «Карагандинский индустриальный университет», Темиртау, Казахстан
E-mail: v.romanov@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-6609-4690

Меркулов Владимир Витальевич — кандидат химических наук, доцент, НАО «Карагандинский индустриальный университет», Темиртау, Казахстан
E-mail: v.merkulov@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0001-8959-114X

Кабиева Сауле Казжановна — кандидат химических наук, доцент, НАО «Карагандинский индустриальный университет», Темиртау, Казахстан
E-mail: kabieva.s@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4868-5278

Жаслан Рымгүл Қуатқызы — PhD, НАО «Карагандинский индустриальный университет», Темиртау, Казахстан
E-mail: r.zhaslan@tttu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-1809-8961;

Власова Ленина Михайловна — кандидат химических наук, ассоциированный профессор, НАО «Медицинский университет Караганды», Караганда, Казахстан
E-mail: Vlasova@qmu.kz. ORCID 0000-0003-1530-3859.

Аннотация. Интенсивное развитие промышленности на современном этапе развития человечества, повышение требований к качеству продукции, интенсификация технологических процессов, переход на ресурсосберегающие производства неразрывно связаны с активацией технологических процессов. Активация предусматривает снижение энергетического барьера реакции, вызванное определенным воздействием на молекулы, участвующие в элементарном акте взаимодействия. Способы активации молекул весьма разнообразны, но все существующие методы, прежде всего, оказывают такое влияние на электронно-ядерную структуру молекулы, в результате которого молекула перестраивается энергетически наиболее выгодным образом для дальнейшего превращения. Исследования в области получения импортозамещающих флотореагентов, а именно пенообразователей, изучение комплекса химических и физико-химических свойств, использование их для флотационного обогащения медьсодержащих руд являются актуальными. Актуальность обусловлена необходимостью дальнейшего развития энерго-, ресурсосберегающих технологий с использованием активационных способов интенсификации технологических процессов. Объектами исследований выбраны гранулированные доменные шлаки, доменный и сталеплавильный шлак. В статье рассматриваются методы и технологии переработки отходов, а также анализируется их потенциал для использования в производстве безклинкерного вяжущего. Авторы статьи проводят эксперименты и исследования, чтобы определить оптимальные условия и параметры процесса переработки отходов с целью получения качественного продукта. В результате исследований активационной

технологии с целью получения безклинкерного вяжущего разработаны составы на основе доменных гранулированных шлаков, которые характеризуются марками по прочности от М50 до М300. Установлены максимальные граничные пределы количества активизаторов не более 26–32 %. Опробированы составы для дорожного строительства с применением разработанных безклинкерных вяжущих. Полученный безклинкерный вяжущий материал обладает необходимыми физико-химическими свойствами для использования в строительной промышленности. Его использование позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду и уменьшить зависимость от использования природных ресурсов. В целом, данная статья представляет важный вклад в области переработки техногенных отходов и разработки экологически устойчивых материалов для строительной промышленности. Результаты исследования могут быть использованы в дальнейших исследованиях и разработках в данной области и полезны для развития эффективных методов утилизации отходов и создания экологически чистых материалов для строительной отрасли.

Ключевые слова: шлак, активационные технологии, строительные материалы, минеральные вяжущие, техногенные отходы

Introduction

High quality construction materials production and its energy consumption reduction nowadays are not possible without special intentional processing and forcing natural and man-made raw materials characteristics to meet technology requirements. This is especially important in the presence of quality raw materials deposits reduction and increasing anthropogenic impact on environment while forming man-made deposits of newly appearing waste materials.

Contemporary construction materials production requires deeper and deeper mineral raw materials processing and more complete and efficient use. In order to achieve these goals, developed countries use activation technologies which create prospects for better complex and rational use of mineral resources, stockpiled mineral raw materials recycling and reduction of industrial waste negative impact on the environment.

Activation by grinding is now widely used for solving issues of mineral resources' complex use and reduction of industrial waste negative impact on the environment. In this regard, its use is promising in terms of industrial waste disposal and elimination while obtaining materials with required properties (Soliman, 2020: 10235–10253; Rybak, 2021: 739–741; Marco, 2022: 20–26; Sathya, 2022: 1–27; MatindeI, 2018: 215–222).

This article provides results of studies on rational use of metallurgical slags from JSC Qarmet Temirtau as materials for producing clinker-free binders using activation technologies.

Methods

Granulated blast furnace slags, blast furnace and steelmaking slag were chosen to be study objects.

International standards establish three main standards for slag cements:

- slag portland cement containing portland cement clinker and granulated blast furnace slag;
- sulphate-slag cement mainly consisting of 75 % blast furnace slag with calcium sulphate and maximum 5 % lime, portland cement clinker or portland cement;
- lime-slag binders consisting of 70–90 % blast furnace slag and 10–30 % lime.

Slag portland cements are divided into three groups depending on slag content (Table 1).

Table 1
Slag portland cement groups depending on slag content

Slag portland cements	Slag portland cement groups depending on slag content, %		
	Group 1 (<35)	Group 2 (35–80)	Group 3 (>85)
Slag content	35	36–80	85

Fine ground granulated slag does not always stiffen after mixing it with water, so special additives - activators - are necessary to reveal its binding hydraulic properties.

Slag suitability for obtaining binder depends primarily on its reactive ability as well as grinding fineness, water content and unwanted components, especially chlorides.

Reactive ability depends on bulk chemical composition, glass content and grinding fineness, although content and glass percentage mutual connection is a complicated issue.

Multiple attempts were made to evaluate slags according to modules calculated based on bulk chemical composition. The module $(CaO+MgO+Al_2O_3)/SiO_2$ is one of the easiest and most widely used of them. Minimal value of this ratio (for example, ratio equals to 1) is added to national standards in many countries. This module and some others reflect the fact that hydraulic activity is favored by main composition, but none of the suggested modules allows to compare slags in details, except for the slags relatively close in their composition and produced at the same facility.

Authors of studies (Mugahed, 2021: 121–125; Mica, 2023: 1–15; Andres, 2023: 1854–1861) considered different criteria suggested for slag evaluation. One of them (previously used in German standards) was used by Parker and Nurse to calculate activity of slag for use in slag portland cement production in advance:

$$M = CaO + MgO + 1/3 Al_2O_3 / SiO_2 + 2/3 Al_2O_3 > 1.0 \tag{1}$$

Chemical components in this formula are expressed in percentage by weight, and for CaO there is correction for Ca present in form of CS.

Slag activity is defined by its chemical composition including up to 30 elements (primary of those being CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃, FeO, MnO) and their mineralogical composition (Bullard, 2011: 1208–1223; Sato, 2011: 33–43; Richardson, 2010: 223–248). Slags with sufficient hydraulic activity characterized by basicity module Mo and activity module Ma, containing enough glass of helenite-melilite, wollastonite and aluminosilicate compositions are the most applicable in binding materials production. Chemical composition of active slags is given in Table 2.

Table 2
Chemical composition of active slags

CaO	S	MnO	Al ₂ O ₃	MgO
over 40 %	no more than 4–5 %	under 2 %	no less than 9 %	no less than 4–10 %

Basic slags (basicity module over 1) show hydraulic activity at high alumina content and manganese oxide not higher than 5 %. Acidic slags (basicity module under 1) show enough activity at basicity module at least 0.65 and activity module at least 0.33 and manganese oxide not higher than 4 %.

To reveal and strengthen slags hydraulic abilities, alkaline-containing solidification activators should be added to them; their working principle is to saturate water solution during slag hydration with Ca^{2+} , OH^- , SO_4^{2-} ions, creating conditions for alkaline and sulphate activation of slag glass. Thus, low-basic calcium hydrosilicates are formed, which are the main product of granulated slag hydration and hydrolysis in presence of alkaline activator. Low-basic calcium hydrosilicates after complete compacting have strength parameters close to those of crystalhydrate new formations obtained after cements hydration and hydrolysis, and even exceed them in terms of deformation parameters as strength of bonds formed through compaction is lower than strength of crystallization contacts through coalescence.

Another important parameter of slags influencing their usability as construction materials is their disintegration property. There are lime, silicate and sulphide disintegration. Slag structure is considered to be resistant to lime disintegration if its calcium oxide is equal or below critical value defined according to the formula:

$$\text{CaO} \leq 0.92 \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 0.2 \text{MgO}_2 \quad (2)$$

Silicate disintegration occurs due to the fact that during crystallization slag oxides form dicalcium silicate 2CaOSiO_2 . It depends, firstly, on lime amount and, secondly, on initial slag temperature when it is quickly cooled down. Even though there is no straight interconnection between these two factors and disintegration, for practical purposes it is considered that slags with over 45 % lime are prone to disintegration and those with under 45 % lime are resistant. However, positive impact of alumina presence on stability should be considered. At alumina percentage about 18 % slag is resistant to disintegration even if it has over 50 % CaO. Magnesia presence also increases slag resistance. When MgO rises from 5 to 15 %, resistance rises. Structure resistance increase in presence of alumina and magnesia is explained by chemical reactions causing formation of helenite – $2\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ and okermanite – $2\text{CaOMgO}_2\text{SiO}_2$, which include large amount of calcium oxide. This, in its turn, creates conditions for reduction of dicalcium silicate. It should be noted that these reactions promote increase of slag resistance against lime disintegration as well.

Sulphide disintegration is seen in slags containing significant amount of iron sulphides or manganese sulphides. During sulphides' interaction with water the substance volume increases by up to 38 %, which leads to slag cracking and destruction. At iron or manganese content over 2 % (calculated into FeO or MnO) slag is considered unstable.

To estimate possibilities of using metallurgical slags from JSC Qarmet in clincker-free binder obtaining technology, their chemical and mineralogical composition were studied.

Provided results of converter slag chemical-mineralogical composition defining characterize it as basic ferriferous slag $\text{Mo}=4,21$; $\text{FeO}>5$ % with minor activity module $\text{Ma}=0.13$, high manganese oxide 3.98 % unstable throughout production years – variation coefficient 33.27 % and low content of Al_2O_3 1.39 %, which classifies it as a slag without prominent hydraulic activity; this is also suggested by mineralogical composition, where

active minerals are absent. According to mineralogical composition, converter slag mostly consists of periclase, manganosite. It was studied that the best applicable for binders' production are the slags containing significant amount of glass of helenite-melilite, wollastonite and aluminosilicate compositions.

Chemical composition of converter slag shows its tendency to various disintegrations. Slag estimative ability for lime disintegration for converter slag is expressed in the following values:

$$\begin{aligned} \text{CaO} &= 42.56 \\ 0.92 \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 0.2 \text{MgO}_2 &= 12.53 \end{aligned} \tag{3}$$

Thus, calcium oxide content largely exceeds total amount of other main components.

Presence of iron oxide 19.33 % and manganese oxide 3.98 % in converter slag significantly exceed appropriate value of 2 % providing slag resistance against sulphide disintegration, and low share of alumina – 1.39 % - at relatively high share of CaO - 42 % - shows its tendency to silicate disintegration as well.

Table 3 shows contents of chemical elements in blast furnace slag providing its resistance against various sorts of disintegration.

Table 3
Chemical elements in BF slag providing its disintegration resistance

Type of disintegration	Main conditions of disintegration	Chemical elements in slag providing disintegration resistance
Lime	$\text{CaO} \leq 0.92\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 0.2 \text{MgO}_2$	39.3 % < 49.24 %
Silicate	$\text{CaO} > 45 \%$; resistance appears at Al_2O_3 under 18 % and $\text{MgO} = 5 - 15 \%$	$\text{CaO} = 39.3 \%$ $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13.9 \%$ $\text{MgO} = 9.63 \%$
Sulphide	$\text{FeO} > 2 \%$ $\text{MnO} > 2 \%$	$\text{FeO} = 0.46 \%$ $\text{MnO} = 0.48 \%$

BF slag according to its chemical composition can be considered as acidic magnesian slag $\text{Mo}=0.97 \%$; with $\text{MgO}=9.63 \%$, activity module $\text{Ma}=0.38$, and Al_2O_3 and MgO within limits corresponding to slags with latent potential hydraulic activity, which is also suggested by its mineralogical composition including minerals prone to hydrolysis and hydration with formation of hydraulically active compounds: helenite-melilite glass, helenite, wollastonite.

Chemical composition of BF slag characterizes it as material not prone to various sorts of disintegration.

Results and discussion

This part studies mineral binder's composition based on BF production waste materials. Mineralogical and chemical composition of granulated BF slag insignificantly differs from portland cement clinker, i.e., difference between its component ratio and requirements to clinker composition is minor.

It has now been established that portland cement clinker composition is character-

ized by a specific ratio of CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . In the fourth system C-A-S-F content of these components varies within: CaO 60–67 %; SiO_2 17–25 %; Al_2O_3 3–8 %; Fe_2O_3 0.2–0.6 %. Such raw mixture after clinkering provides obtaining clinker of a certain mineralogical composition with prevalence of high-basidity calcium silicates C3S 40–75 % and C2S 5–25 %, calcium aluminates and aluminoferrites C3A 2–15 % and C4AF 5–20 %. It is generally considered that beyond these limits some technological parameters decrease, for example, solidification speed. This parameter is the main one for civil engineering, where quick cement solidification is necessary for its further loading as well for providing form reuse.

Road construction, unlike general civil engineering, has its own peculiarities in both technological procedures of production and operative conditions, which gives a possibility to change some properties of portland cement products. In particular, such condition as relatively fast portland cement setting (2–4 hours), which reduces material workability, especially at large amounts of construction work of establishing cast-in-situ cement concrete pavements. Fast cement concrete solidification with significant heat emission creates conditions for internal tension appearing. This reduces concrete plate's cracking resistance, so in order to reduce tension, joint sawing in the plate is required. Temperature joints are usually made every 4–6-line meters of the plate, and this, in its turn, reduces surface resistance against dynamic pressure from moving vehicles.

Construction process parameters are mainly set by properties of used mineral binders, including portland cements. Properties and speed of clinker minerals hydration are defined by C3S, C2S, C3A and C4AF contents, meanwhile hydration speeds of these minerals are different. Prevalence of fast-solidified high-basidity silicates C3S, aluminates C3A and aluminoferrites C4AF in portland cement clinker (total 75–85 %) causes fast solidification of ready-mixed portland cement. C2S hydration reaches 50 % only in 180 days, which suggests slow solidification, but as its share in the mixture is low - 5–25 %, C2S have almost no impact on portland cement solidification processes.

Slag binders (cements) which have granulated slag and activators as main components, on the contrary, consist of slowly solidifying low-basidity silicates C2S (75–85 %), which causes their slow solidification, so they are classified as slowly solidifying in regulatory documentation.

This way, roasting free slowly solidifying binders comply with technological and technical requirements of road construction in terms of solidification speed. Road materials based on them obtain high workability due to slow binder setting in 2–3 days in standard conditions, which defines longer presence of thixotropic properties. This allows to process material on 2–3 km sections without quality decrease, which significantly increases road construction efficiency.

According to study results, construction mineral binder compounds based on granulated BF slags were suggested. They are characterized by their strength grades from M50 to M300, reached at 90 days' exposure. Depending on binder production method, maximum limits of used activators amounts were established. This way, at granulated slag mixing with lime or lime-containing waste material maximum number of activators is no more than 26 % or 32 %, respectively.

During mixing ground granulated slag with cement dust, lime, lime-containing waste material and soda-alkaline fusion, maximum number of activators is no more than 28 %, 22 %, 26 % and 12 %, respectively.

In binders obtained by simultaneous grinding of granulated BF slag and activators, maximum amount of the latter is: for cement dust - no more than 22 %, for lime - no more than 20 %, for lime-containing waste material - no more than 24 %. It was defined based on comparing increase of binder strength and amount of used activator. If given activators are used in amounts exceeding these limits, at first there is strength value stabilization, and then it falls.

As a result, mineral binder compounds with Portland cement, corresponding to strength grades from M100 to M350, and ones with cement clinker, corresponding to strength grades from M200 to M300, were suggested for road construction. Activators share in these binders does not exceed 50 %.

Also, clinker-free binder compounds obtained by simultaneous grinding of granulated BF slag and cement clinker at higher share of the latter were developed. Study results are given in Table 4.

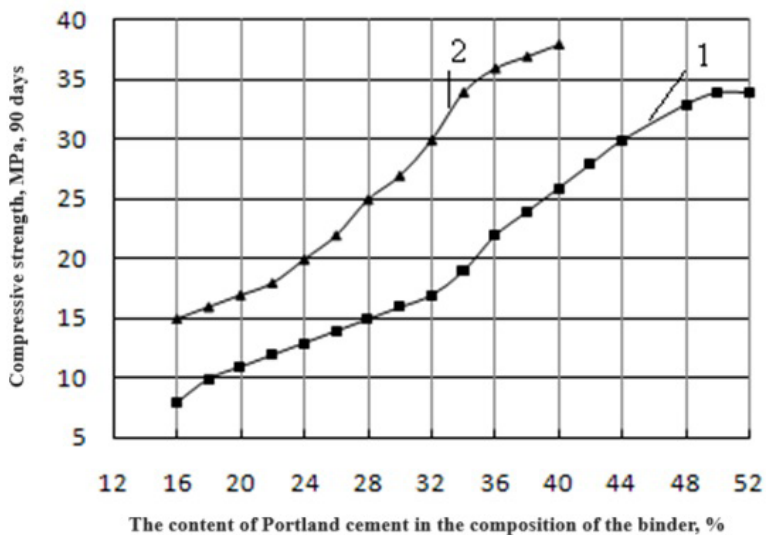
Table 4
Binder compounds based on granulated BF slag and cement clinker (simultaneous grinding)

Simultaneous grinding of components		Binder activity, MPa, 28 days	Binder grade at 28 days
Granulated BF slag, %	Cement clinker, %		
40–45	55–60	25–27	250
25–35	65–75	30–35	300
20–25	75–80	35–40	350
15–20	80–85	40–41	400

Data in Table 4 suggest that in case of cement clinker share increase, binder activity increases from 25 to 41 MPa and binder grade increases respectively from 250 to 400 at the age of 28 days.

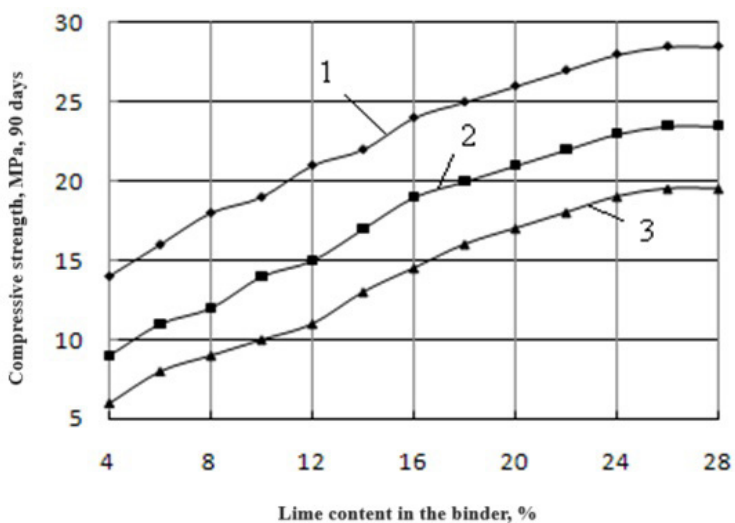
Research of binder making methods was caused by necessity of mineral binders technological parameters improvement with lowest costs. Results of studying binder making method impact (mixing method or simultaneous grinding of components) are given as graphic dependencies in Figures 1–3.

Figure 2 shows dependency of clinker-free binder with portland cement activator depending on granulated slag specific surface area. At the same share of portland cement binders with larger specific surface area 3000 cm²/g show higher activity. Binder activity values at portland cement share of 40 % are 38 MPa (1) and 25 MPa (2). This dependency remains while using lime (Figure 1) and cement dust (Figure 2) as activators.



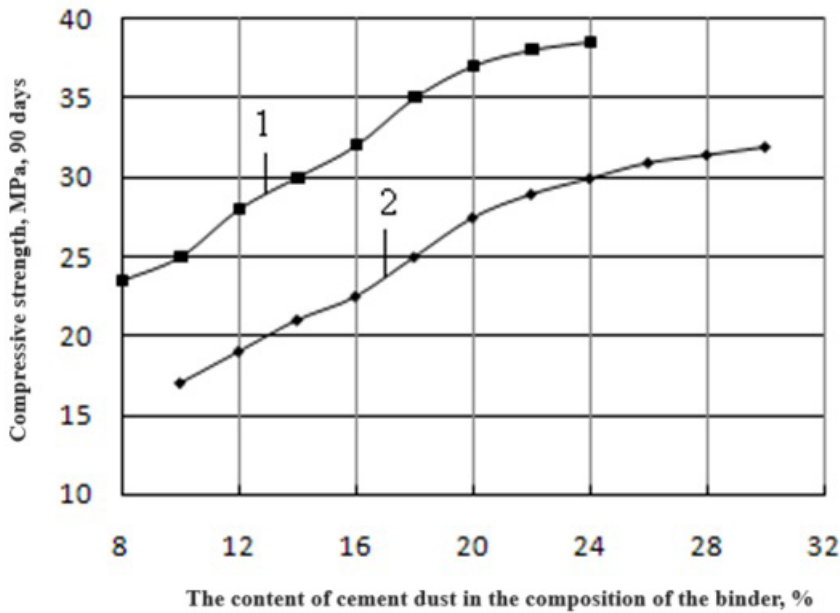
1 – ground BF granulated slag (specific surface area 3000 cm²/g) + PC M400 at components mixing; 2 non-ground BF granulated slag + PC M400 at components mixing

Figure 1 - Change of binder activity with portland cement as activator depending on granulated slag specific surface area



1 – ground BF granulated slag (specific surface area 3000 cm²/g) + lime at simultaneous grinding; 2– ground BF granulated slag (specific surface area 3000 cm²/g) + lime at components mixing; 3 - non-ground BF granulated slag + lime at components mixing.

Figure 2 - Change of binder activity with lime as activator depending on granulated slag specific surface area and binder making method



1 - ground BF granulated slag (specific surface area 3000 cm²/g) + cement dust at simultaneous grinding; 2 - ground BF granulated slag (specific surface area 3000 cm²/g) + cement dust at components mixing.

Figure 3 - Change of binder activity with cement dust as activator depending on binder making method

Shown data suggest that without strength change, activator share in binder can be reduced by 30 % for the account of granulated slag specific surface area increase by grinding to level of ready-mixed mineral binders and by 40 % for the account of binder components' simultaneous grinding instead of preparing them by mechanical mixing. With the same activators share in the binder, BF slag specific surface area increase and simultaneous components' grinding provide binder activity increase by 30–35 % respectively.

Conclusion

This way, optimal technology of making binders based on granulated BF slag is simultaneous grinding of components, which allows to minimize use of activator additives, maximize use of slag hydraulic properties and obtain mineral binders for road construction with high strength parameters.

Developed mineral binder compounds based on granulated BF slag are characterized by wide range of strength parameters provided by both used activators and methods of binder making. This allows to use clinker-free binder for establishing all the layers of pavement. Besides, granulated slag can be used as a raw material for making mineral powder used in asphalt mix making for improvement of grain composition and increase of bitumen-concrete physical-mechanical properties.

Use of granulated slag in these areas requires its application as a powder, which makes its grinding a necessity. Granulated slag grinding can be done at any grinding equipment, providing slag powder with specific surface area of at least 3000 cm²/g at minimal expenses. The most common are ball mills used at cement plants for cement clinker grinding in cement production.

REFERENCES

- Andres S.M., Loth I.R., Fabiola C.F. (2023). Composite Cements Using Ground Granulated Blast Furnace Slag, Fly Ash, and Geothermal Silica with Alkali Activation. *Buildings*. — 2023. — (№13). — Pp.1854–1861.
- Bullard J.W., Jennings H.M., Livingston R.A., Nonat A., Scherer G.W., Schweitzer J.S., Scrivener K.L., Thomas J.J. (2011). Mechanisms of cement hydration. *Cement and Concrete Research*. — 2011. — №41(12). — Pp. 1208–1223.
- Marco V., Matteo S., Mehdi Ch., Seyed H. (2022). Reducing the emission of climate-altering substances in cementitious materials: A comparison between alkali-activated materials and Portland cement-based composites incorporating recycled tire rubber. *Journal of Cleaner Production*. — 2022. — № 33. — Pp. 20–26.
- Matindel E., Simatel G.S., Ndlovu I.S. (2018). Mining and metallurgical wastes: a review of recycling and re-use practices. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. — 2018. — №118(8). — Pp. 215–222.
- Mica N.G., Rios S., Viana da Fonseca A. (2023). The Use of Steel Slags in Transport Infrastructures: A Critical Review. *Geotechnical Testing Journal*. — 2023. — №47. — Pp. 1–15.
- Mugahed A., Murali G., Fediuk R. (2021). Slag uses in making an ecofriendly and sustainable concrete: A review. *Construction and Building Materials*. — 2021. — № 272(22). — Pp. 121–125.
- Richardson I.G., Black L., Skibsted J., Kirkpatrick R.J. (2010). Characterisation of cement hydrate phases by TEM, NMR and Raman Spectroscopy. «Characterisation of cement hydrate phases by TEM, NMR and Raman Spectroscopy». *Advances in Cement Research*. — 2010. — №4. — Pp. 233–248.
- Rybak J., Cheynesh K., Tyulyaeva Y., Khayrutdinov M. (2021). Creation of Backfill Materials Based on Industrial Waste. *Minerals*. — 2021. — № 11. — Pp. 739–745.
- Sathya K., Nagarajan K. (2022). A comprehensive review on comparison among effluent treatment methods and modern methods of treatment of industrial wastewater effluent from different sources. *Applied Water Science*. — 2022. — №12(4). — Pp.1–27.
- Sato T., Beaudoin J.J. (2011). *Advances in Cement Research*. Effect of nano-CaCO₃ on hydration of cement containing supplementary cementitious materials. — 2011. — № 23(1). — Pp. 33–43.
- Soliman N.K., Moustafa A.F.(2020). Industrial solid waste for heavy metals adsorption features and challenges. — *Journal of Materials Research and Technology*. — 2020. — № 9(5). — Pp. 10235–10253.

МАЗМҰНЫ

Қ. Амантайұлы, С. Азат, Н.Н. Нургалиев, Х. Аббас, Қ. Тоштай МЫРЫШ БАЛҚЫТУ ҚОЖДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНАН МЫРЫШТЫ АММОНИЙ ХЛОРИДІ АРҚЫЛЫ ШАЙМАЛАП БӨЛІП АЛУ.....	7
Е.Б. Асылбеков, С.А. Тунгатарова, G.G. Xanthoroulou, Т.С. Байжуманова, М. Жумабек МЕТАНОЛДЫ SHS ӘДІСІМЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН КАТАЛИЗАТОРЛАРДА СУТЕГІ БАР ЖАНАРМАЙ ҚОСПАСЫНА КОНВЕРСИЯЛАУ.....	21
С.Н. Ахметова, А.С. Ауезханова, А.К. Жармагамбетова, Э.Т. Талгатов, А.И. Джумекеева АЛКАНДАРДЫҢ СҰЙЫҚ ФАЗАЛЫҚ ТОТЫҒУЫНДА ГЕТЕРОГЕНДІ ХИТОЗАНМЕН ТҰРАҚТАНДЫРЫЛҒАН ХРОМ ЖӘНЕ ТЕМІР КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ...34	34
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Ю.А. Литвиненко, Г.Ш. Бурашева, Н.С. Елибаева <i>POLYGANACEAE</i> ТҰҚЫМДАС ӨСІМДІК ТҮРІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КЕШЕНДІ АЛУ ЖОЛДАРЫН ҰСЫНУ.....	46
Г.Д. Жетписбаева, Б.К. Масалимова, В.А. Садықов ТРАНСМИССИЯЛЫҚ ЭЛЕКТРОНДЫ МИКРОСКОПИЯНЫҢ КӨМЕГІМЕН ПЕРОВСКИТ ТӘРІЗДІ КҮРДЕЛІ ОКСИДТЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	62
Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, М.Б. Кошумбаев, Ж.Т. Бекишева ҚАЗАҚСТАН ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КЕШЕНІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ ЖӘНЕ ҚАЛДЫҚСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА КӨШЕ ОТЫРЫП, ЖЫЛУ КӨМІР ЭНЕРГЕТИКАСЫН ДЕКАРБОНИЗАЦИЯЛАУ.....	70
Э.А. Камбарова, Н.А. Бектенов, А.К. Байдуллаева, М.А. Гавриленко ЦЕОЛИТ БЕТІНДЕГІ ЭПОКСИДІ ШАЙЫРЛЫ ПЛАНДАРДАҒЫ СОРБИЦИЯЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ БӨЛҮІ.....	87
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек КӨМІР ӨНДІРУ ҚАЛДЫҚТАРЫН АЗЫҚ ӨНДІРУ ҮШІН ПАЙДАЛАНУ: ҚҰС ТАҒАМЫНДАҒЫ ГУМАТТАРДЫҢ ӘЛЕУЕТІН ЗЕРТТЕУ.....	99
М.М. Матаев, Г.С. Патрин, К.Ж. Сейтбекова, М.А. Нурбекова, М.Е. Жайсанбаева ШПИНЕЛЬ-ПЕРОВКСИТТІ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДЫ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ҚҰРЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ ӘДІСІН ӘЗІРЛЕУ.....	114
Г. Мукушева, Р. Джалмаханбетова, М. Алиева, А. Самородов, А. Тәжібай ХИНИН АЛКАЛОИДЫНЫҢ СИНТЕЗДЕЛГЕН ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ АНТИКОАГУЛЯЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ АГРЕГАЦИЯҒА ҚАРСИ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	126
А.О. Оразымбетова, С.А. Сакибаева, Г.Ф. Сагитова, А.Ж. Суйгенбаева ШАНҚАНАЙ КЕН ОРНЫНДАҒЫ ЦЕОЛИТТЕРДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	138
Ж. Рахимберлинова, И. Кулаков, Г. Якуда, А. Ағысбай, А. Альжанов ХЛОРЛАНҒАН КӨМІРЛЕР МЕН ХЛОРГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН СИНТЕЗДЕР.....	151

В.В. Романов, В.В. Меркулов, С.К. Кабиева, Р.Қ. Жаслан, Л.М. Власова
КЛИНКЕРСІЗ ТҮТҚЫР ЗАТ АЛУ МАҚСАТЫНДА ДОМНА ӨНДІРІСІНІҢ
ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....164

Ә.И. Тасмағамбетова, А.Д. Товасаров, Н.Б. Акынбаев
ИТБАЛЫҚ МАЙЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....177

Р. Шулен, Д. Махаева, Д. Казыбаева, Г. Ирмухаметова, Г.А. Мун
ТЕТРААКРИЛАТ ПЕНТАЭРИТРИТОЛ ЖӘНЕ ТЕТРАКИС(3-
МЕРКАПТОПРОПИОНАТ) ПЕНТАЭРИТРИТОЛ НЕГІЗІНДЕ
БИОДЕГРАДАЦИЯЛАНАТЫН ДӘРІЛІК ФОРМАЛАРДЫ АЛУ.....191

СОДЕРЖАНИЕ

Қ. Амантайұлы, С. Азат, Н. Нурғалиев, Х. Аббас, Қ. Тошта ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦИНКА ИЗ ЦИНКОВЫХ ШЛАКОВ ПУТЕМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ХЛОРИДОМ АММОНИЯ.....	7
Е.Б. Асылбеков, С.А. Тунгатарова, G.G. Xanthoroulou, Т.С. Байжуманова, М. Жумабек КОНВЕРСИЯ МЕТАНОЛА В ВОДОРОДСОДЕРЖАЩУЮ ТОПЛИВНУЮ СМЕСЬ НА КАТАЛИЗАТОРАХ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ SHS.....	21
С.Н. Ахметова, А.С. Ауезханова, А.К. Жармагамбетова, Э.Т. Талғатов, А.И. Джумекеева ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ХИТОЗАН-СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ХРОМОВЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ЖИДКОФАЗНОМ ОКИСЛЕНИИ АЛКАНОВ.....	34
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Ю.А. Литвиненко, Г.Ш. Бурашева, Н.С. Елибаева РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА POLYGANACEAE.....	46
Г.Д. Джетписбаева, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков ИЗУЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ ПЕРОВСКИТНОГО ТИПА МЕТОДОМ ТРАНСМИССИОННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ.....	62
Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, М.Б. Кошумбаев, Ж.Т. Бекишева ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА И ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ С ПЕРЕХОДОМ НА БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	70
Э.А. Камбарова, Н.А. Бектенов, А.К. Байдуллаева, М.А.Гавриленко РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБИРОВАННОГО ВЕЩЕСТВА В ПЛЕНКАХ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ЦЕОЛИТА	87
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ: ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ГУМАТОВ В ПИТАНИИ ПТИЦЫ.....	99
М.М. Матаев, Г.С. Патрин, К.Ж. Сейтбекова, М.А. Нурбекова, М.Е. Жайсанбаева РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ШПИНЕЛЬНО-ПЕРОВКСИТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА....	114
Г. Мукушева, Р. Джалмаханбетова, М. Алиева, А. Самородов, А. Тәжібай ИЗУЧЕНИЕ АНТИКОАГУЛЯЦИОННОЙ И АНТИАГРЕГАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АЛКАЛОИДА ХИНИНА.....	126
А.О. Оразымбетова, С.А. Сакибаева, Г.Ф. Сагитова, А.Ж. Суйгенбаева ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦЕОЛИТОВ ЧАНКАНАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	138
Ж. Рахимберлинова, И. Кулаков, Г. Якуда, А. Ағысбай, А. Альжанов СИНТЕЗЫ НА ОСНОВЕ ХЛОРИРОВАННЫХ УГЛЕЙ И ХЛОРГУМИНОВЫХ КИСЛОТ	151

В.В. Романов, В.В. Меркулов, С.К. Кабиева, Р.Қ. Жаслан, Л.М. Власова ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗКЛИНКЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО.....	164
А.И. Тасмагамбетова, А.Д. Товасаров, Н.Б. Акынбаев ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖИРА ТЮЛЕНЯ.....	177
Р. Шулен, Д. Махаева, Д. Казыбаева, Г. Ирмухаметова, Г.А. Мун ПОЛУЧЕНИЕ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ НА ОСНОВЕ ТЕТРААКРИЛАТА ПЕНТАЭРИТРИТОЛА И ТЕТРАКИС(3- МЕРКАПТОПРОПИОНАТА) ПЕНТАЭРИТРИТОЛА.....	191

CONTENTS

K. Amantaiuly, S. Azat, N.N. Nurgaliyev, Q. Abbas, K. Toshtay EXTRACTION OF ZINC FROM ZINC SMELTING SLAG BY LEACHING WITH AMMONIUM CHLORIDE.....	7
Y.B. Assylbekov, S.A. Tungatarova, G.G. Xanthopoulou, T.S. Baizhumanova, M. Zhumabek CONVERSION OF METHANOL INTO HYDROGEN-CONTAINING FUEL MIXTURE ON CATALYSTS SYNTHESIZED BY SHS METHOD.....	21
S.N. Akhmetova, A.S. Auyezkhanova, A.K. Zharmagambetova, E.T. Talgatov, A.I. Jumekeyeva STUDY OF THE CATALYTIC PROPERTIES OF HETEROGENEOUS CHI- TOSAN-STABILIZED CHROMIUM AND IRON CATALYSTS IN LIQUID-PHASE OXIDATION OF ALKANES.....	34
M.D. Dauletova, A.K. Umbetova, Yu.A. Litvinenko, G.Sh. Burasheva, N.S. Yelibaeva DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING A BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOSITION BASED ON PLANTS OF THE <i>POLYGANACEAE</i> FAMILY.....	46
G.D. Jetpisbayeva, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov STUDYING COMPLEX OXIDES OF THE PEROVSKITE TYPE BY THE METHOD OF FLASHED ELECTRON MICROSCOPY.....	62
B.I. Dikhanbayev, A.B. Dikhanbayev, M.B. Koshumbayev, Zh.T. Bekisheva ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF KAZAKHSTAN'S ENERGY COMPLEX AND DECARBONIZATION OF THERMAL COAL POWER WITH THE TRANSITION TO WASTE-FREE TECHNOLOGIES.....	70
E.A. Kambarova, N.A. Bektenov, A.K. Baidullayeva, M.A. Gavrilenko DISTRIBUTION OF SORBED SUBSTANCE IN EPOXY RESIN FILMS ON THE SURFACE OF ZEOLITE, 2024	87
M.B. Kambatyrov, P.A. Abdurazova, U.B. Nazarbek UTILIZING COAL MINING WASTE FOR FEED PRODUCTION: EXPLORING THE POTENTIAL OF HUMATES IN POULTRY NUTRITION.....	99
M.M. Mataev, G.S. Patrin, K.Zh. Seitbekova, M.A. Nurbekova, M.E. Zhaisanbaeva DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PRODUCING AND STUDYING THE STRUCTURE OF SPINEL-PEROVSKITE COMPOSITE MATERIAL.....	114
G. Mukusheva, R. Jalmakhanbetova, M. Aliyeva, A. Samorodov, A. Tazhibay STUDY OF ANTICOAGULATION AND ANTIAGGREGATIONAL ACTIVITY OF SYNTHESIZED QUININE ALKALOID DERIVATIVES.....	126
A.O. Orazymbetova, S.A. Sakibayeva, G.F. Sagitova, A.Zh. Suigenbayeva INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF ZEOLITES OF THE CHANGKANAI DEPOSIT.....	138
Zh. Rakhimberlinova, I. Kulakov, G. Yakuda, A. Agysbay, A. Alzhanov SYNTHESES BASED ON CHLORINATED CARBONS AND CHLOROHUMIC ACIDS.....	151

V. Romanov, V. Merkulov, S. Kabiyeva, R. Zhaslan, L. Vlasova
INVESTIGATION OF THE PROCESS OF PROCESSING TECHNOGENIC WASTE
FROM BLAST FURNACE PRODUCTION IN ORDER TO OBTAIN A CLIN-
KER-FREE BINDER.....164

A.I. Tasmagambetova, A.D. Tovassarov, N.B. Akynbayev
RESEARCH ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF SEAL OIL.....177

R. Shulen, D. Makhayeva, D. Kazybayeva, G. Irmukhametova, G. Mun
CREATING BIODEGRADABLE DOSAGE FORMS BASED ON PENTAERYTHRI-
TOL TETRAACRYLATE AND TETRAKIS(3-MERCAPTOPROPIONATE)
PENTAERYTHRITOL.....191

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 15.06.2024.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.