

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/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 2. Number 459 (2024), 7–20
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.218>

УДК 54.5401

© K. Amantaiuly¹, S. Azat², N.N. Nurgaliyev³, Q. Abbas⁴, K. Toshtay^{1*}, 2024

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

²Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

³Shakarim university of Semey, Semey, Kazakhstan;

⁴Graz University of Technology, Graz, Austria.

E-mail: kainaubek.toshtay@kaznu.kz

EXTRACTION OF ZINC FROM ZINC SMELTING SLAG BY LEACHING WITH AMMONIUM CHLORIDE

Amantaiuly Kanat — PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, department of «Physical Chemistry, Catalysis and Petrochemistry»

E-mail: amantaiuly.kanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4244-9629>;

Seitkhan Azat — PhD, associate professor, Satpayev university, head of engineering laboratory

E-mail: a.seitkhan@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-9705-7438>;

Nurzhan Nurlybekovich Nurgaliyev — PhD, Shakarim university, department of «Chemical technology and ecology»

E-mail: n.nurgaliyev@semgu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1216-7150>;

Qamar Abbas — PhD, associate professor, Graz University of Technology

E-mail: qamar.abbas@tugraz.at, <https://orcid.org/0000-0002-1169-1906>;

Toshtay Kainaubek — PhD, associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, department of «Physical Chemistry, Catalysis and Petrochemistry»

E-mail: kainaubek.toshtay@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1182-7460>.

Abstract. The use of the hydrometallurgical method in the processing of low-grade ores with ore residues is considered a cheap and environmentally friendly production alternative. The purpose of the paper is to summarise the current knowledge regarding zinc extraction systems and identify potentially useful directions for future research. Taguchi's method based on an orthogonal array design was used to organize the experimental work. In order to increase the yield of metal, experimental conditions consisting of five parameters, each with several levels, were considered. In particular, time ($t = 30, 60, 90, 120, 150$ minutes), temperature ($T = 40-80^{\circ}\text{C}$), liquid/solid ratio ($W/W = 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30$ g/l), mixing speed ($R = 100-500$ rpm), and ammonium chloride concentration ($C = 2, 3, 4, 5, 6$ mol/l), experimental numerical values were excluded. The optimal conditions determined by this study were: $t = 120$ min, $T = 80^{\circ}\text{C}$, $(L/S) = 1:25$ L/g, $R = 400$ rpm, and $C = 5$ mol/L. In this case, the percentage of Zn dissolution in an ammonium chloride medium was 93.17%. Also, the residue dissolution rate is consistent with diffusion control, with a calculated activation energy of 26.6 kJ/mol and a reaction order of 0.98.

Keywords: precious metal, zinc smelting slag, ammonium chloride, hydrometallurgy, leaching

© Қ. Амантайұлы¹, С. Азат², Н.Н. Нурғалиев³, Х. Аббас⁴,
 Қ. Тоштай^{1*}, 2024

¹ «Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті», Алматы, Қазақстан;

² «Satbayev University», Алматы, Қазақстан;

³ «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті», Семей, Қазақстан;

⁴ Грац технологиялық университеті, Грац, Австрия.

E-mail: kainaubek.toshtay@kaznu.kz

МЫРЫШ БАЛҚЫТУ ҚОЖДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНАН МЫРЫШТЫ АММОНИЙ ХЛОРИДІ АРҚЫЛЫ ШАЙМАЛАП БӨЛІП АЛУ

Қанат Амантайұлы — PhD докторант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Физикалық химия, катализ және мұнай химиясы» кафедрасы

E-mail: amantaiuly.kanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4244-9629>;

Сейтхан Азат — PhD, доцент, Сәтбаев Университеті, Инженерлік-бейінді зертханасының меңгерушісі

E-mail: a.seitkhan@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-9705-7438>;

Нуржан Нурлыбекович Нурғалиев — PhD, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, «Химиялық технология және экология» кафедрасы

E-mail: n.nurgaliyev@sengul.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1216-7150>;

Хамар Аббас — PhD, доцент, Грац технологиялық университеті

E-mail: qamar.abbas@tugraz.at, <https://orcid.org/0000-0002-1169-1906>;

Қайнауек Тоштай — PhD, доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Физикалық химия, катализ және мұнай химиясы» кафедрасы

E-mail: kainaubek.toshtay@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1182-7460>.

Аннотация. Кен қалдықтарымен төмен сұрыпты кендерді өндеуде химиялық әдісі қолдану, арзан және экологиялық таза өндірістік балама ретінде қарастырылады. Жұмыстың мақсаты мырыш алу жүйелеріне қатысты ағымдағы білімді қорытындылау және болашақ зерттеулер үшін әлеуетті пайдалы бағыттарды белгілеу. Шлактан мырыш алуды барынша арттыру үшін Тагучи, ортогональды массив (ОМ) дизайнына негізделген әдісі тәжірибелік жұмыстарды ұйымдастыру үшін пайдаланылды. Бастапқы және соңғы үлгінің құрамындағы металдың пайыздық үлесі индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрия әдісі арқылы анықталды. Металдың шығымын арттыру мақсатында әрқайсысы бірнеше деңгейлі бес параметрден тұратын тәжірибелік жағдайлар қарастырылды. Атап айтар болсақ, уақыты ($t = 30, 60, 90, 120, 150$ минут), температура ($T = 40-80$ °C), сұйық/қатты қатынасы ($C/K = 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30$ г/л), араластыру жылдамдығы ($R = 100-500$ айн/мин) және аммоний хлоридінің концентрациясы ($C = 2, 3, 4, 5, 6$, моль/л) бойынша тәжірибелік сандық мәндер алынып талданды. Бұл зерттеу бойынша анықталған мырышты бөліп алудың оңтайлы параметрлері келесідей: $t = 120$ минут, $T = 353$ К (80 °C), $(C/K) = 1:25$ л/г, айналым саны = 400 айн/мин және концентрация = 5 моль/л. Бұл жағдайда аммоний хлоридті ортада мырыштың қалдық кеннен бөлінуі 93,2 %-ды құрады. Сондай-ақ, қалдықтың еру жылдамдығы диффузиялық бақылауға сәйкес келген, активтену энергиясы 26,6 кДж/моль және реакция реті 0,98-ге тең болатыны анықталды.

Түйін сөздер: бағалы метал, мырыш балқыту қождары, аммоний хлориді, гидроталлургия, шаймалау

Алғыс. Ғылыми жұмыс Ғылым және жоғары білім министрлігі, Ғылым

комитеті қаржыландырған жоба аясында жасалынды (ЖТН BR21881939).

© Қ. Амантайұлы¹, С. Азат², Н. Нурғалиев³, Х. Аббас⁴, Қ. Тоштай^{1*}, 2024
«Казакский национальный университет имени аль-Фараби», Алматы,

Казахстан;

² «Satbayev university», Алматы, Казахстан;

³ «Университет имени Шакарима города Семей», Семей, Казахстан;

⁴ Грацский технический университет, Грац, Австрия.

E-mail: kainaubek.toshtay@kaznu.kz

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦИНКА ИЗ ЦИНКОВЫХ ШЛАКОВ ПУТЕМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ХЛОРИДОМ АММОНИЯ

Қанат Амантайұлы — PhD, докторант «физической химии, катализа и нефтехимии»; Казакский национальный университет имени аль-Фараби

E-mail: amantaiuly.kanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4244-9629>;

Сейтхан Азат — PhD, доцент, руководитель лаборатории инженерного профиля, Университета Сатпаева

E-mail: a.seitkhan@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-9705-7438>;

Нуржан Нурлыбекович Нурғалиев — PhD, ст.преподаватель кафедры Химической технологии и экологии, НАО Университета имени Шакарима

E-mail: n.nurgaliyev@semgu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1216-7150>;

Хамар Аббас — PhD, доцент, Грацский технический университет

E-mail: qamar.abbas@tugraz.at, <https://orcid.org/0000-0002-1169-1906>;

Қайнаубек Тоштай — PhD, доцент, «Физическая химия, катализ и нефтехимия»; Казакский национальный университет имени аль-Фараби

E-mail: kainaubek.toshtay@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1182-7460>.

Аннотация. Использование гидрометаллургического метода при переработке бедных руд с рудными остатками считается дешевой и экологически чистой альтернативой производства. Цель статьи – обобщить современные знания о системах экстракции цинка и определить потенциально полезные направления для будущих исследований. Для увеличения извлечения цинка из шлака был использован метод Тагучи, основанный на конструкции ортогональной решетки, с целью организации экспериментальной работы. Процент металла, выделенного из состава исходной пробы, определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. С целью повышения выхода металла рассматривались условия эксперимента, состоящие из пяти параметров, каждый из которых имел несколько уровней. В частности, время ($t = 30, 60, 90, 120, 150$ минут), температура ($T = 40\text{--}80$ °C), соотношение жидкость/твердое ($Ж/Т = 1:10, 1$). :15, 1:20, 1:25, 1:30 г/л), скорость перемешивания ($R = 100\text{--}500$ об/мин) и концентрация хлорида аммония ($C = 2, 3, 4, 5, 6$ моль/л), экспериментальные численные значения были исключены. Оптимальные условия, определенные в ходе данного исследования, следующие: $t = 120$ мин, $T = 353$ К (80 °C), ($Ж/Т$) = 1:25 л/г, $R = 400$ об/мин и $C = 5$ моль/л. При этом процент растворения Zn в среде хлорида аммония составил 93,17 %. Кроме того, скорость растворения остатка соответствует диффузионному контролю: расчетная энергия активации составляет $26,6$ кДжмоль⁻¹ и порядок реакции 0,98.

Ключевые слова: драгоценный металл, шлак цинковой плавки, хлорид

аммония, гидрометаллургия, выщелачивание

Кіріспе

Мырыш балқыту шаңын кәдеге жарату және өңдеу улы элементтердің топыраққа және су жолдарына сіңуіне байланысты айтарлықтай экологияға және адам денсаулығына қауіп төндіреді. Демек, балқыту шаңынан мырышты және басқада зянды металдарды бөліп алу үшін шаймалау әдістерін зерттеу өте маңызды міндеттердің бірі. Көптеген зерттеулер балқыту шаңынан мырыш алудың әртүрлі әдістерін жасады, қалдық материалдарды бағалы металдарға дейін қайта өңдеу барысында перспективалы әдіс ретінде аммоний хлоридімен шаймалау пайда болды. Бұл әдістің тиімділігі өте жоғары және қоршаған ортаға тигізетін пайдасы зор. Соңғы жылдары аммоний хлоридімен металдарды қайталама өңдеу өте тиімді әдіс ретінде қарастырылып зерттеулер жүргізіліуде.

Мырыш әртүрлі өнеркәсіптік қолданбаларда, соның ішінде қорытпа өндірісінде және электроника өндірісінде кеңінен қолданылатын маңызды элемент болып табылады. Мырыш өндірісі, ең алдымен, балқыту процесстері арқылы, мырыш балқыту шлактарымен күлдері қатарлы маңызды жанама өнімдерді шығарады. Бұл қождар мен қалдықтар құрамында ауыр металдардың болуына байланысты, метал өндірісі қалдықтары сақталатын аймақтарда экологиялық қиындық тудырады, дегенмен бұл қалдықтарды түсті металдарды өндіруде жанама ресурстар ретінде қарастыруға болады. Зерттеулер көрсеткендей, құрамында мырыш сияқты бағалы металдар бар шаңның едәуір мөлшері металдарды жоғары температурада балқыту процесстерінде түзіледі, бұл металдарды қайта өңдеудің тиімді әдістерін табудың маңыздылығын көрсетеді (Yang және т.б., 2019).

Аммоний хлоридін шаймалау арқылы мырыш балқыту шаңынан мырыш алу бірнеше зерттеулерде қарастырылға. Niu және т.б. авторлар эвтектикалық еріткіш қатысында –ультрадыбыстық күшейтілген шаймалау әдісі арқылы мырыш алған, мырыштың шаймалану тиімділігі 98,47 % құраған (Niu және т.б., 2023). Alkan қатарлы авторлар әлсіз қышқылды шаймалауды қолдана отырып, мырыш қалдықтарынан қорғасын мен мырыш алуды зерттеді және таңдалған шаймалау жағдайында қорғасынның 81% және мырыштың 34 % алынғанын анықтады. Сонымен қатар мырыш балқыту шаңынан мырыш алу үшін аммоний хлоридімен шаймалау арқылы жүретін жаңа гидрометаллургиялық процесс әзірленді (Alkan және т.б., 2020). Wang қатарлы авторлар мырыш күлін $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl-H}_2\text{O}$ жүйесінде ерітуді қамтитын процессті зерттеді, осы зерттеу бойынша мырыштың шаймалану коэффициенті нақты жағдайларда 92,1 % жеткен (Wang және т.б., 2008). Jiang T. өзі зерттеулерінде шаймалау әдісінне кинетикалық есептеулер жүргізіп шамамен 4,69 кДж/моль болатын белсендіру энергиясы бөлінетіндігін және шаймалау процесі диффузиялық ортада жүретіндігін анықтаған (Jiang және т.б., 2020).

Амний тұздарымен шаймалау процесінің артықшылығы сәйкесінше 0,02 мг/л және 0,05 мг/л құрайтын төмен концентрациялы Fe^{2+} және Pb^{2+} сияқты метал иондарын шаймалау ерітіндісінің құрамына бөліп алу болып табылады (Li және т.б., 2021). Сондай-ақ $\text{NH}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ мен шаймалау процесі мырыш балқыту шаңынан металдарды өңдеудің тиімді әдісі ретінде ұсынылады және мырышты құнды екінші ресурс ретінде қайта өңдеудің әлеуетті жолын қамтамасыз етеді (Sun және т.б., 2021). Aiuyan қатарлы авторлар $\text{NH}_3\text{-CH}_3\text{COONH}_4\text{-H}_2\text{O}$ жүйесінде координациялық шаймалауды қамтитын жаңа гидрометаллургиялық әдісті қолдана отырып,

металлургиялық шлак пен шаңнан мырыш алу бойынша зерттеу ұсынған. Ол әдіс металлургиялық қалдықтармен байланысты экологиялық мәселелерді шеше отырып, қайталама көздерден мырыш алудың маңызды әлеуетін атап көрсетеді. Зерттеуде шаймалау барысында әсер етуші факторларды оңтайландырып, металдарды қайта өңдеу тиімділігіне қол жеткізеді және мырыш алудың тиімді процесін көрсетеді (Ма және т.б., 2018). Балқыту қожынан мырыш алудың тиімді әдістерінің бірі аммоний хлоридімен шаймалау болып табылады. Осы процесс мырыш пен аммоний хлориді (NH_4Cl) арасындағы химиялық әрекеттесу арқылы мырышты сұйықтықта ерітіп, оны қождан бөліп алуға мүмкіндік береді. Аммоний хлоридімен шаймалау арқылы мырыш оксидінен мырыш алу тиімділігін бағалау үшін араластыру жылдамдығы, аммиак пен аммоний хлоридінің концентрациясы, температура және сұйықтықтың қатты затқа қатынасы әртүрлі жағдайларда зерттелген. Осы параметрлерді оңтайландырғанда 81%-дан астам мырыш шаймаланып алынды (Oustadakis және т.б., 2010). Аммоний хлоридін қолданып шаймалау арқылы әртүрлі қалдықтардан метал алу зерттелді. Жеңіл жер қыртысының элюциясымен тұндырылған сирек жер рудаларын шаймалау кезінде аммоний хлоридінің тиімділігі 85,96% көрсеткен (Zhang және т.б., 2023). Халькопирит кенін гидрометаллургиялық өңдеуде аммиак-аммоний хлоридті қолданып шаймалау барысында металдың 81,1 % еріу тиімділігіне қол жеткізілген (Chindo және т.б., 2022). Аммоний хлориді сондай-ақ қалдықтар құрамындағы улы иондарды жою үшін ертінді ретінде пайдаланылған, жою тиімділігі шамамен 95,7 % көрсеткен (Huang және т.б., 2022). Пайдаланылған никель-металл гидридті аккумулятор қалдықтарын шаймалау кезінде бірінші аммоний хлоридімен құрғақ хлорлау, содан кейін сумен шаймалау металды бөліудің жоғары тиімділігіне әкелетіні анықталған, металдардың шығымы Ni – 87 %, Co – 98 % және Se үшін 94% құраған (Pegämäki және т.б., 2022). Сонымен қатар, латерит кенін шаймалауда аммоний хлоридінің қышқылды ерітіндісі тиімді шаймалау құралы болып табылды, бағалы металдар негізінен гетит пен серпентиннен бөлінеді (Li және т.б., 2020).

Аммоний хлоридін шаймалау кинетикасы қалдық құрамындағы металды бөліп алу процесін түсіну және оңтайландыру үшін өте маңызды. Кинетикалық зерттеулер құрамында мырышты бар шикізаттың NH_4Cl ерітіндісіндегі еру кинетикасына назар аударады. Бұл шаймалау барысында анықталған белсендіру энергиясы процесстің кеуекті диффузия арқылы басқарылатынын көрсетті. Мұндай зерттеулер құрамында мырыш бар әртүрлі материалдардан, соның ішінде балқыту қожынан мырыш алу тиімділігін арттыру үшін өте маңызды (Hollagh және т.б., 2013).

Бұл зерттеу мырышты қайталама өңдеудің маңыздылығын, мырыш балқыту шаңының қоршаған ортаға әсерін, қайталама өңдеудің дәстүрлі емес әдістерін және мырыш алу үшін аммоний хлоридімен шаймалауды қолданудың артықшылықтары мен әдістемесін зерттеуге бағытталған.

Материалдар мен зерттеу әдістері

Материалдар

Бұл жұмыста қолданылған қалдық кен ҚР Шығыс Қазақстан облысындағы ЖШС “NURSLAN” компаниясынан алынды. Бастапқы үлгінің құрамы мен бөлініп алынған металдардың үлесі **индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрия** әдісі арқылы анықталды (Gostic және т.б., 2011). Үлгінің беткі морфологиясы 20 кВ кернеуде жұмыс істейтін Hitachi SU-8000 сканерлеуші электрондық микроскопта (СЭМ) түсірілді.

Шаймалау әдістері

Шаймалау сынақтары пештің үстінде орналастырылған стаканда (2 л) жүргізілді. Жүйеге берілетін температураны өлшеу үшін арнайы термометр қолданылды. Шаймалау процесі магнитті араластырғыш көмегімен жүзеге асырылды. Әр тәжірибелер 1 л NH_4Cl ерітіндісіне 50 г қатты үлгі қатынасында қосып жүргізілді. Аммиак шығынын болдырмау үшін жабық жүйеде жұмыс істейтін алты температурада ерігіштік зерттелді. Алдын-ала белгіленген уақытта суспензиядан сынама ала отырып, ерітіндідегі мырыш концентрациясы индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрия әдісімен анықталды.

Барлық эксперименттер кемінде үш рет орындалды және нәтижелер талданып максималды стандартты ауытқудың орташа мәні есептелді. Металдың шығымы (x) келесі теңдеу бойынша есептелді:

$$x = m_0 / m_j * 100 \%$$

Мұндағы m_j – бастапқы қалдық құрамындағы металдың массасы, ал m_0 – шаймаланған ерітіндідегі металдың массасы.

Нәтижелер және оларды талқылаулар

3.1. үлгінің химиялық құрамы

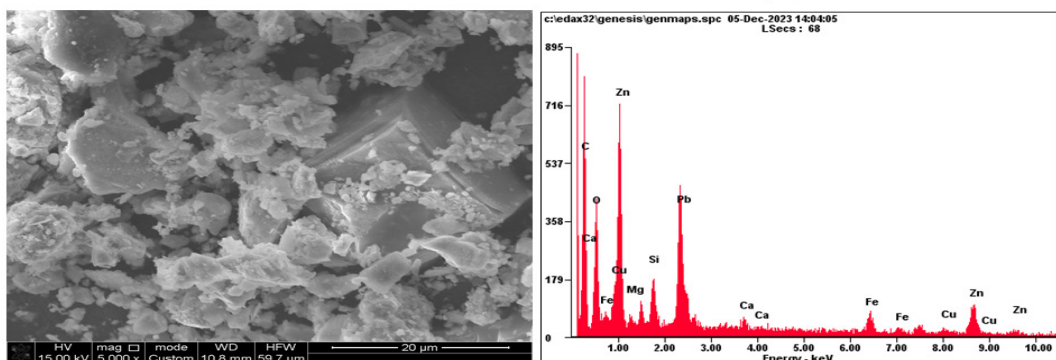
Зерттелетін бастапқы үлгінің химиялық құрамы 1-кестеде келтірілді және 1-суретте СЭМ суреті мен сәйкес ЭДХ спектрлері көрсетілді. Үлгіде орта есеппен 17,83 % мырыш, 9,96 % кадмий, 0,04 % марганец, 6,58 % мыс, 2,83 % қорғасын және 0,39 % кальций бар екені анықталды. Осы алынған мәліметтер СЭМ-ЭДХ спектрлеріде мырыштың үлесі басым болатын көруге болады.

1 – кесте. Бастапқы үлгінің химиялық құрамы

Элемент	Zn	Pb	Cd	Mn	Cu	Ca
Мөлшері, %	7,83	2,83	9,96	0,04	6,58	0,39

(а)

(б)

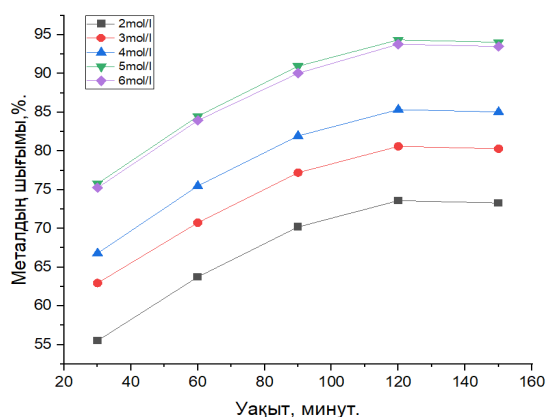


1 – сурет. Бастапқы үлгінің СЭМ суреті және сәйкес ЭДХ спектрі

Шаймалау агенті концентрациясының әсері

Шаймалау агенттерінің жоғары концентрациясы әдетте қатты матрицадағы мақсатты компоненттің ерігіштігін арттырады, бұл шаймалану тиімділігінің жоғарылауына әкеледі. Себебі шаймалау агентінің көп мөлшері қатты матрицаның

ішінде қажетті компонентті ұстайтын байланыстыру күштерін тиімдірек жеңе алады. Мырышты бөліп алуға аммоний хлориді концентрациясының әсері 2-суретте көрсетілген. 2-суреттен көрініп тұрғандай, жалпы аммоний хлориді концентрациясын 2 ден 6 моль/л-ге дейін арттыру мырыштың шығымына жақсы әсер еткенін көруге болады. Аммоний хлориді концентрациясы 2 ден 6 моль/л-ге дейін жоғарылағанда мырыштың шығымы 47,8 %-дан 94,8 %-ға дейін өсті. Алайда мырыштың шығымы шаймалау ерітіндісі аммоний хлоридінің 5 моль/л-ден кейін мырыштың шығымы тұрақты мәнге ие екенін көруге болады. Осы аммоний хлоридінің концентрациясының жоғарылауымен мырыштың бөліну жылдамдығының айтарлықтай артқанын көрсетеді. Zhao қатарлы авторлардың жұмысында (Zhao және т.б., 2017). аммоний хлоридімен шаймалау барысында, аммоний хлоридінің концентрациясы артқанда, ерітіндідегі бос Zn^{2+} метал иондары $Zn(NH_3)Cl^{2+}$ тәрізді комплексті қосылысқа ауысып, мырыштың бөліну мөлшеріне тұрақты әсер ететін дәлелдеді. Олардың жұмысында шаймалау агенті концентрациясының артқан сайын, металдың шығымыда тұрақты өсетіні көрсетті. Демек 90 минуттан кейін 3,5 моль/л аммоний хлориді ерітіндісінде мырыштың тек 47,3 % бөлінсе, 5 моль/л аммоний хлориді ерітіндісінде мырыштың шығымы 92,9 %-ға дейін өскен. Сол себепті осы анықталған оптималды концентрацияны келесі тәжірибелерді жүргізуде қолдандық.

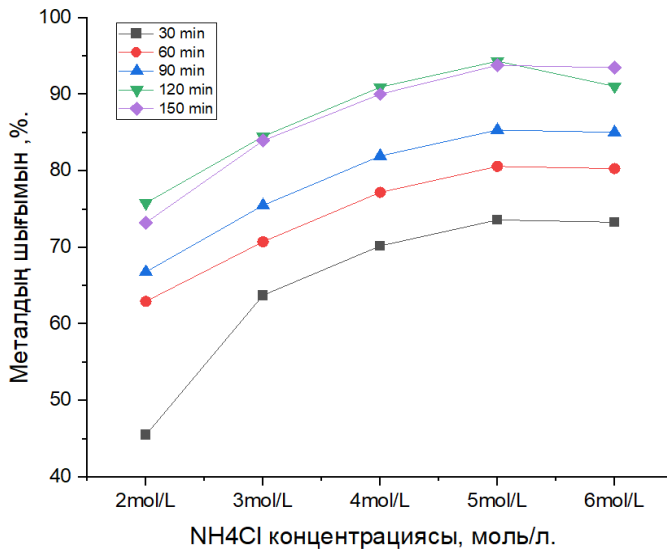


2 – сурет. Мырыштың бөліну мөлшеріне шаймалау агенті концентрациясының әсері

Шаймалау уақытының әсері

Шаймалау уақытының мырыштың бөліну жылдамдығына әсері бірнеше факторларға, соның ішінде құрамында мырыш бар материалдың сипаттамаларына, мырыш концентрациясына және шаймалаудың жүру жағдайларына (рН, температура, араластыру және т.б.) байланысты. Мырыштың шаймалау тиімділігіне уақыттың әсерін зерттеу үшін, шаймалау ұзақтығы 10 минуттан 150 минут аралығында зерттелді. Сондай-ақ шаймалау агентінің концентрациясы, К/С қатынасының және араластыру жылдамдығының мәндері сәйкесінше 5 моль/л, 25:1 және 400 айн/мин болды. 3-суретте мырыштың шаймалау тиімділігінің уақытқа байланысты өзгеруі көрсетілді. 3-суреттен мырыштың бөліну тиімділігі шаймалау уақытын ұзартқан сайын өсетінін көруге болады. Дегенмен, 3-суреттен мырыштың шығымы шаймалау уақыты 120 минутқа жеткенде ғана 91 %-ға тез өсті, одан ары мырыштың шығымы

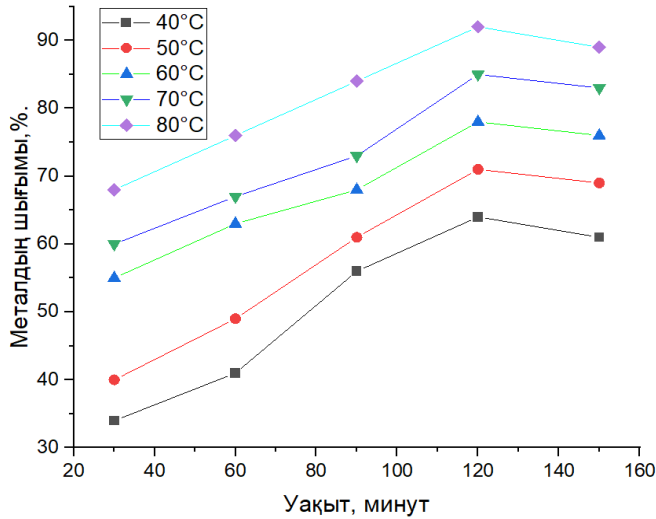
салыстырмалы түрде тұрақтала бастағанын көруге болады. Бұл алынған нәтижелер басқада зерттеу жұмыстарымен жақсы сәйкес келеді (Xia Z. және т.б., 2020).



3 – сурет. Мырыштың бөліну мөлшеріне шаймалау уақытының әсері

Шаймалау температурасының әсері

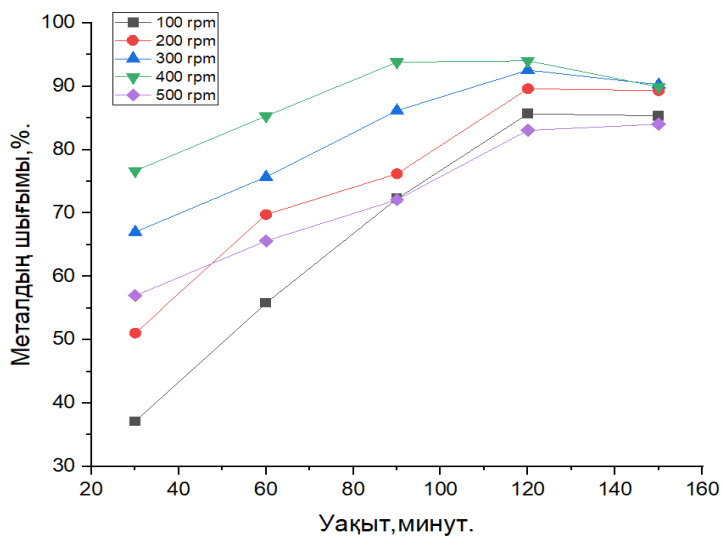
Әдетте, жоғары температура молекулалардың, соның ішінде мырыш бар материалдарды ерітуге қатысатын молекулалардың кинетикалық энергиясын арттырады. Бұл шаймалау ерітіндісіне мырыштың бөліну жылдамдығының жоғарылауына әкеледі. Сонымен қатар температура шаймалау ерітіндісінің тұтқырлығына әсер етуі мүмкін, бұл масса алмасу жылдамдығына әсер етеді. Негізінен, жоғары температура тұтқырлықты төмендетеді, бұл ерітіндінің ішінде және қатты-сұйықтық интерфейсында мырыш түрлерінің тиімдірек араласуын және диффузиясын жеңілдетеді. Мырыштың аммоний хлориді ерітіндісінде бөлінуін зерттеу 40 °C тан 80 °C аралығында жүргізілді және алынған нәтижелер 4-суретте көрсетілді. Мырыштың бөліну тиімділігі температураның жоғарылауымен бастапқыда өсіп, 80 °C дан кейін металдың сулы ортаға бөліну жылдамдығында айтарлықтай өзгеріс болмайтындығын көруге болады. Мұндай өзгерістің болуын (Yang және т.б., 2016) – жұмыста, оптималды шаймалау процесін 80 °C та жүргізгенде, процес диффузиялық механизммен жүретінін дәлелдеді.



4 – сурет. Мырыштың бөліну мөлшеріне шаймалау температурасының әсері

Айналу жылдамдығының әсері

Арластыру қатты бет пен көлемді ерітінді арасындағы жоғары концентрация градиентін сақтауға көмектеседі, бұл мырыш иондарының қатты фазадан сұйық фазаға массасын жылдамырақ тасымалдауға ықпал етеді. Араласу қатты бетке іргелес ерітіндінің тоқтап тұрған шекаралық қабатын бұзады, әйтпесе еріген мырыштың қатты материалдан тасымалдануына кедергі келтіруі мүмкін. Жоғары араластыру жылдамдығы бұл шекаралық қабаттың қалыңдығын азайтады, масса тасымалдау кинетикасын жақсартады және мырыштың бөлінуін арттырады. Мырыштың бөліну мөлшеріне араластыру жылдамдығының әсері зерттелді. Шаймалау сынақтары араластыру жылдамдығы 100 айн/мин-ден 500 айн/мин аралығында жүргізілді. Бұл сынақтар үшін шаймалау агентінің концентрациясы, шаймалау уақыты, шаймалау температурасы және С/Қ қатынасы тиісінше 5 моль/л, 120 мин, 70 °С және 5:1 деңгейінде сақталды. 5-суретте араластыру жылдамдығына байланысты мырыштың бөлінуі көрсетілген. Мырышты шаймалаудың тиімділігі араластыру жылдамдығы 100 айн/мин-ден 400 айн/мин дейін көтерілгенде, мырыштың шығымы айтарлықтай жоғарылады. Алайда 400 айн/мин кейін шаймалау тиімділігі дерлік өзгеріссіз қалды. Сондықтан мырыштың бөлінуінің тиімділігі 400 айн/мин-та оңтайлы болып табылады.



5 – сурет. Мырыштың бөліну мөлшеріне айналу жылдамдығының әсері

Кинетикалық зерттеу

Аммоний хлоридімен шаймалау кинетикасы қажетті металдарды олардың рудаларынан немесе басқа материалдардан алу жылдамдығына әсер ететін бірнеше факторлармен реттеледі. Бұл кинетиканы түсіну тиімділік, шығындар және қоршаған ортаға әсер ету тұрғысынан сілтілеу процестерін оңтайландыру үшін өте маңызды. Кинетикалық модельдің негізгі қолданылуы Аррениустың жылдамдық константасы мен температураның қатынас теңдеуіне сәйкес әрбір реакция процесінің немесе сатысының активтену энергиясын есептеу, реакцияның басқару қадамдарының түрін бағалау үшін маңызды. Мырышты шаймалау процесі үшін керек активтену энергиясын Аррениус теңдеуіне сәйкес реакция жылдамдығының константасы (k) және шаймалау температурасы (T) арқылы есептеуге болады (Jha және т.б., 2001). $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl-H}_2\text{O}$ жүйесінде төмен сұрыпты мырыш оксиді кенінің шаймалану кинетикасы шөгінді ядро моделінің кинетикалық заңына сәйкес келеді. Нәтижелер инертті бөлшектердің кеуектері арқылы жүретін диффузия, шаймалау кинетикасының жылдамдығын реттейтін қадам екенін көрсетеді (Nazari және т.б., 2011). Төмендегі (1) теңдеудегідей қалдық кеннің шаймалау барысында еруін стехиометриямен қорытындыланған шөгінді ядро үлгісімен түсіндіруге болады.



Қалдықты еріту жылдамдығын химиялық және диффузиялық механизмдер арқылы бақылауға болады. Егер процесс химиялық механизммен бақыланып болса, теңдеуі келесі түрде көрсетуге болады:

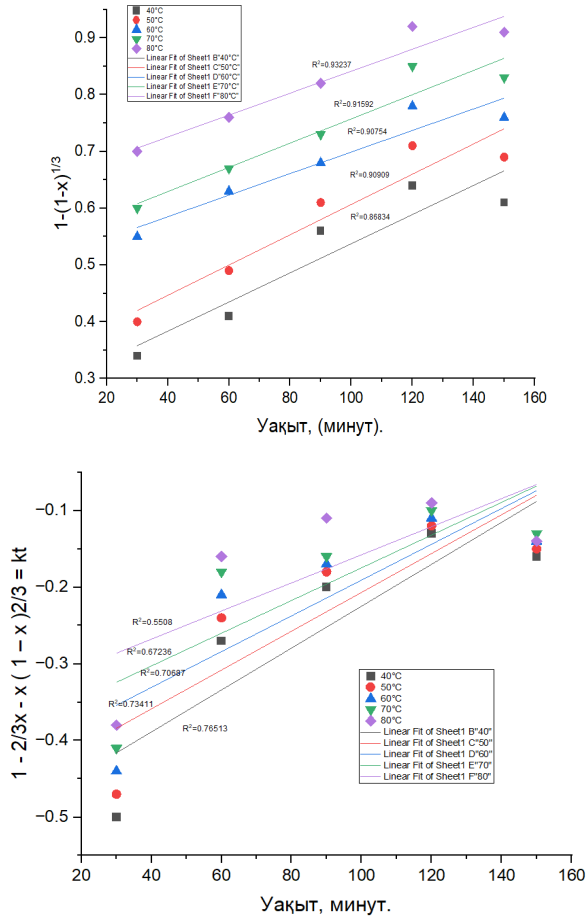
$$1 - (1 - x)^{1/3} = kt \quad (2)$$

Сондай-ақ, егер процесс диффузиялық механизм арқылы басқарылатын болса, 2-теңдеуді 3-теңдеу түрінде көрсетуге болады, мұндағы x = металдың шығымы, k = жылдамдық константалары және t = реакция уақыты.

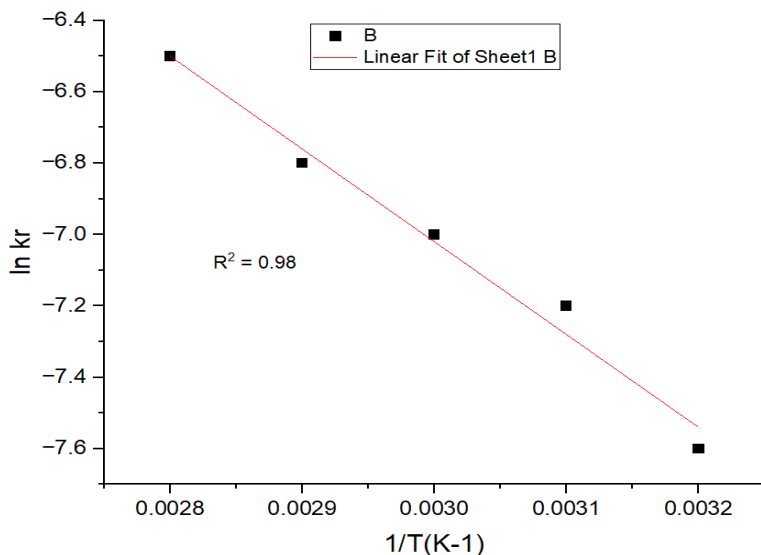
$$1 - 2/3x - x(1 - x)^{2/3} = kt \quad (3)$$

Жоғардағы 2) және (3) теңдеулерінен, процесс өнім қабаты арқылы химиялық

бақылау кезінде, уақытқа қарсы $1 - (1 - x)^{1/3}$ графигі корреляция коэффициенті $R^2 = 0,986$ болатын түзу болады (Сурет-6а). Егер механизм диффузиялық бағытта басқарылатын болса, $1 - 2/3x - x(1 - x)^{2/3}$ графигінде анықталған корреляция коэффициенті $R^2 = 0,76$ болады. Демек, NH_4Cl шаймалауға қатысты сынағының нәтижелері 6б-суретте көрсетілгендей (3)- теңдеуіне толық сәйкес келетіні анықталды.



6 – сурет. (а). Әртүрлі температурадағы t-ге қарсы $1 - (1 - x)^{1/3}$ және (б) $1 - 2/3x - (1 - x)^{2/3}$ графигі.



7 – сурет. Жылдамдық константасының логарифмінің ($\ln k$) температураның кері шамасына ($1/T$) тәуелділік сызбасы.

7-суреттен реакция жылдамдық константасының температураның кері шамасына тәуелділігі Аррениус теңдеуіне (4-теңдеу) бағынатыны көрініп тұр.

$$kr = A \exp[-Ea / (RT)] \quad (4)$$

Аррениус теңдеуі бойынша есептелген процестің активтену энергиясы 21,6 кДж/моль болды.

Қорытынды

Металдың шығымын арттыру мақсатында әрқайсысы бірнеше деңгейлі бес параметрлерді қамтитын барлық тәжірибелік әдістер қарастырылды. Мырыш балқыту қождарынан мырышты шаймалау бойынша аммоний хлоридімен ерітудің процесс параметрлері анықталады. Мырыштың сулы ортаға бөліну мөлшері араластыру жылдамдығының жоғарылауымен, бөлшектердің мөлшерінің азаюымен, шаймалау температурасының жоғарылауымен және аммоний хлоридінің концентрациясының өзгеріуімен жоғарылады. Мырыштың шығымы төмендегі сәйкес параметрлерге келтірілгенде, атап айтар болсақ, реакция уақыты ($t = 120$ минут), реакция температурасы ($T = 80$ °C), сұйық/қатты қатынасы ($C/K = 5:1$ г/л), араластыру жылдамдығы ($R = 400$ айн/мин) және аммоний хлоридінің концентрациясы ($C = 5$ моль/л), бойынша 93,17 % болатындығы анықталды. Сондай-ақ, қалдықтың еруі жылдамдығы диффузиялық бақылауға сәйкес келеді. Процесс кезіндегі анықталған активтену энергиясы 26,6 кДж/моль және реакция реті 0,98 болатыны анықталды. Бұл әдістің тиімділігін, қоршаған ортаға тигізетін пайдасы мен экономикалық салдарын зерттей отырып, аммоний хлоридімен мырышты қайта өңделу өте тиімді әдіс екенін анықталды.

REFERENCES

- Alkan M.S., Rüßen A., Topçu M.A. (2023). Recovery of Lead and Zinc from Complex Industrial Waste of Zinc Process with Ammonium Acetate // *JOM*. — 2023. — Vol. 75. — №. 4. — Pp. 1158–1168. — DOI:10.3390/met13071192
- Chindo S.Y., Omoniyi K.I., Raji M.A. (2022). Chalcopyrite leaching in ammonia-ammonium chloride solutions: insight into the dissolution kinetic studies // — *Journal of Sustainable Materials Processing and Management*. — 2022. — Vol. 2. — №. 2. — Pp. 90–97. — <http://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/jmspm>
- Jiang T. et al. (2021). Leaching behavior of zinc from crude zinc oxide dust in ammonia leaching // — *Journal of Central South University*. — 2021. — Vol. 28. — №. 9. — Pp. 2711–2723. — DOI:10.1007/s11771-021-4803-x
- Jha M.K., Kumar V., Singh R.J. (2001). Review of hydrometallurgical recovery of zinc from industrial wastes // *Resources, conservation and recycling*. — 2001. — Vol. 33. — №. 1. — Pp. 1–22. — DOI:10.1016/S0921-3449(00)00095-1
- Huang S. et al. (2022). Dynamic elution of residual ammonium leaching agent from weathered crust elution-deposited rare earth tailings by magnesium chloride // *Environmental Research*. — 2022. — Vol. 210. — Article. 112935. — <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112935>
- Hollagh A.R.E. et al. (2013). Kinetic analysis of isothermal leaching of zinc from zinc plant residue. — 2013. <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=27175>
- Li H. et al. (2021). Leaching kinetics of secondary zinc oxide in a $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ System // *Crystals*. — 2021. — Vol. 11. — №. 5. — P. 496. — DOI:10.3390/cryst11050496
- Li J. et al. (2020). Leaching kinetics and mechanism of laterite with $\text{NH}_4\text{Cl-HCl}$ solution // *Minerals*. — 2020. — Vol. 10. — №. 9. — P. 754. — DOI:10.3390/min10090754
- Ma A. et al. (2018). Zinc recovery from metallurgical slag and dust by coordination leaching in $\text{NH}_3\text{-CH}_3\text{COONH}_4\text{-H}_2\text{O}$ system // *Royal Society open science*. — 2018. — Vol. 5. — №. 7. — Article. 180660. — DOI:10.1098/rsos.180660
- Niu F. et al. (2023). Zn Extraction from Zinc-Containing Sludgy Using Ultrasonic Treatment Leaching with ChCl-MA DES // *Metals*. — 2023. — Vol. 13. — №. 7. — P. 1192. — DOI: 10.3390/met13071192
- Nazari G., Dixon D.G., Dreisinger D.B. (2011). Enhancing the kinetics of chalcopyrite leaching in the Galvanox™ process // *Hydrometallurgy*. — 2011. — Vol. 105. — №. 3–4. — Pp. 251–258. — DOI:10.1016/j.hydromet.2010.10.013
- Oustadakis P. et al. (2010). Hydrometallurgical process for zinc recovery from electric arc furnace dust (EAFD): Part I: Characterization and leaching by diluted sulphuric acid // *Journal of hazardous materials*. — 2010. — Vol. 179. — №. 1–3. — Pp. 1–7. — DOI:10.1016/j.jhazmat.2010.01.059
- Sun C. et al. (2021). Extraction of Zinc from Metallurgical Residue with a $\text{NH}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ System // *Characterization of Minerals, Metals, and Materials 2021*. — *Springer International Publishing*. — 2021. — Pp. 131–139. — DOI:10.1007/978-3-030-65493-1_13
- Perämäki S. et al. (2022). Dry chlorination of spent nickel metal hydride battery waste for water leaching of battery metals and rare earth elements // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. — 2022. — Vol. 10. — №. 5. — P. 108200. — DOI:10.1016/j.jece.2022.108200
- Yang S. et al. (2019). Hydrometallurgical process for zinc recovery from CZO Generated by the steelmaking industry with ammonia - ammonium chloride solution // *Metals*. — 2019. — Vol. 9. — №. 1. — P. 83. — <https://doi.org/10.3390/met9010083>
- Wang R. et al. (2008). Leaching kinetics of low grade zinc oxide ore in $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl-H}_2\text{O}$ system // *Journal of Central South University of Technology*. — 2008. — Vol. 15. — №. 5. — Pp. 679–683. — DOI:10.1590/0104-6632.20160334s20150376
- Yang S. et al. (2016). Leaching kinetics of zinc silicate in ammonium chloride solution // *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. — 2016. — Vol. 26. — №. 6. — Pp. 1688–1695. — DOI:10.1016/S1003-6326(16)64278-4.
- Zhang Z. et al. (2023). Effects of Ammonium Salts on Rare Earth Leaching Process of Weathered Crust Elution-Deposited Rare Earth Ores // *Metals*. — 2023. — Vol. 13. — №. 6. — P. 1112. — DOI:10.3390/met13061112
- Zhao D. et al. (2017). Leaching kinetics of hemimorphite in ammonium chloride solution // *Metals*. — 2017. — Vol. 7. — №. 7. — P. 237. — DOI:10.3390/met7070237
- Gostic R., Knight K.B., Borg L. (2011). Report on Initial Direct Soil Leaching Experiments Using Post-Detonation Debris. – Lawrence Livermore National Lab.(LLNL), Livermore, CA (United States). — 2011.

— №. LLNL-TR-499251.

Xia Z. et al. (2020). Hydrometallurgical stepwise recovery of copper and zinc from smelting slag of waste brass in ammonium chloride solution // *Hydrometallurgy*. — 2020. — Vol. 197. — P. 105475. — DOI:10.1016/j.hydromet.2020.105475

МАЗМҰНЫ

Қ. Амантайұлы, С. Азат, Н.Н. Нурғалиев, 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. Талғатов, 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-ПЕРОВКСИТТИ 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 ХЛОРАНҒАН 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. Садықов 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.