

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

3 (456)

JULY – SEPTEMBER 2023

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 Мыңжасарұлы (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, Хамдар 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 Республикасы Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2023

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

ТЕЛЫГАЕВ 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/arhiv>

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2023

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, 2023

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 3. Number 456 (2023), 117–137

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.182>

UDC 669.2

© **A. Koizhanova, A. Bakrayeva*, M. Yerdenova, D. Magomedov, 2023**

“Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation” JSC, Almaty, Kazakhstan

E-mail: a.koizhanova@satbayev.university

INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY OF HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF OFF-BALANCE COPPER DEPOSITS IN KAZAKHSTAN

Koizhanova Aigul Kairgeldyevna - candidate of technical sciences, head of the laboratory of special methods of hydrometallurgy. Satbayev University, the JSC "Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation", Almaty, Shevchenko str., 29/133, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0001-9358-3193. Email: aigul_koizhan@mail.ru, a.koizhanova@satbayev.university

Bakrayeva Akbota Nurdildakyzy – junior researcher, Satbayev University, JSC "Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation", Almaty, Shevchenko str., 29/133, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0002-2062-9573. E-mail: bakraeva.akbota@mail.ru

Yerdenova Maria Beisenbekovna - researcher, Al-Farabi KazNU, chemistry, Satbayev National Technical University, Satbayev University JSC "Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation", Almaty, Shevchenko str., 29/133, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0002-7496-5097. E-mail: -erdenova_mariya@mail.ru.

Magomedov David Rasimovich - researcher, master, Satbayev University, JSC "Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation", Almaty, Shevchenko str., 29/133, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0001-7216-2349. E-mail: davidmag16@mail.ru

Abstract. This paper provides an overview of hydrometallurgical copper extraction studies, in which liquid extraction technology has been used at four copper deposits of different compositions. The sulfuric acid consumption rate and copper extraction efficiency, which are dependent on the initial content and forms of calcium compounds and other impurities in ore samples, were calculated, and the results are presented herein. It was established that during the leaching process, silicate compounds of alkaline earth metals, in addition to calcium and magnesium carbonate compounds, will affect the levels of sulfuric acid consumption, thereby actively lowering the acidity of the environment. Moreover, these compounds can partially sorb copper ions from sulfuric acid leaching solutions. Thus, the analysis of waste ore samples showed that residual copper is mainly contained in the form of complex silicate complexes. The presence of divalent iron compounds in the composition from one of the deposits also allowed us to perform a biochemical leaching experiment with preliminary oxidation by an *Acidithiobacillus ferrooxidans* bacterial culture adapted to the ore composition. The use of this biochemical method in the copper leaching process resulted in a significant reduction in sulfuric acid consumption, by 40%, and a copper recovery rate of 87.2%.

Keywords: copper leaching; sulfuric acid consumption; acid-intensive minerals; bio-oxidation

This study was carried out with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan within the framework of grant funding from the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (grant AP092587890).

© **А.К. Койжанова, А.Н. Бакраева***, **М.Б. Ерденова**, **Д.Р. Магомедов**, 2023
Satbayev University; «Металлургия және кен байыту институты» АҚ.,
Алматы, Қазақстан
E-mail: a.koizhanova@satbayev.university

ҚАЗАҚСТАННЫҢ БАЛАНСТАН ТЫС МЫС КЕН ОРЫНДАРЫН ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Койжанова Айгуль Кайргельдыевна – Техника ғылымдарының кандидаты, гидрометаллургияның арнайы әдістері зертханасының меңгерушісі. Satbayev University, Metallurgy және кен байыту институты, Қазақстан, Алматы, Шевченко к-сі, 29/133. ORCID ID: 0000-0001-9358-3193.

Email: aigul_koizhan@mail.ru, a.koizhanova@satbayev.university

Бакраева Ақбота Нүрділдақызы – кіші ғылыми қызметкер, магистр, Satbayev University, «Металлургия және кен байыту институты» АҚ., Қазақстан, Алматы қ., Шевченко к-сі, 29/133. ORCID идентификаторы: 0000-0002-2062-95737. E-mail: bakraeva.akbota@mail.ru

Ерденова Мария Бейсенбековна – ғылыми қызметкер, ҚазҰУ. Өл-Фараби, химия, Қ. І. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ магистрі, Satbayev University, «Металлургия және кен байыту институты» АҚ., Қазақстан, Алматық., Шевченко-сі, 29/133. ORCID идентификаторы: ORCID: 0000-0002-7496-5097. E-mail: erdenova_mariya@mail.ru.

Магомедов Давид Расимович - ғылыми қызметкер, магистр, Satbayev University, «Металлургия және кен байыту институты» АҚ., Қазақстан, Алматық., Шевченко-сі, 29/133. ORCID идентификаторы: 0000-0001-7216-2349. E-mail: davidmag16@mail.ru

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің (гранты AP092587890) гранттық қаржыландыру шеңберінде Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің қаржылық қолдауымен жүргізілді.

Аннотация. Мақалада әртүрлі құрамдағы төрт мыс кен орнында сұйық-экстракциялық технологияны қолдана отырып, мысты гидрометаллургиялық алу бойынша зерттеулерге шолу берілген. Минералогиялық талдау деректеріне сәйкес, зерттелетін кен орындары мысының негізгі бөлігі негізінен сульфидті фрагменттердің көп емес мөлшерімен аз тотыққан түрінде болады. Күкірт қышқылы ағынының деңгейі мен мыс алу тиімділігінің есептеулері кальций қосылыстары мен басқа қоспалардың кен үлгілеріндегі бастапқы құрамы мен формаларына байланысты ұсынылған. Сілтілеу процесінде қышқылдықты белсенді төмендететін ортадан, кальций мен магнийдің карбонатты қосылыстарынан басқа, сілтілі жер металдарының силикат қосылыстары күкірт қышқылын тұтыну деңгейіне әсер ететіні анықталды. Сондай-ақ, бұл қосылыстар мыс иондарын күкірт қышқылымен

сілтілеу ерітінділерінен ішінара сіңуге қабілетті. Сонымен, пайдаланылған кен үлгілерін талдау көрсеткендей, қалдық мыс негізінен күрделі силикат кешендері түрінде болады. Екі валентті темір қосылыстарының, кен орындарының бірінің құрамында болуы осы кеннің құрамына бейімделген *Acidithiobacillus ferrooxidans* бактериялық өсіріндісінің алдын ала тотығуымен биохимиялық шаймалау бойынша эксперимент жүргізуге мүмкіндік берді. Мысты шаймалау кезінде биохимиялық әдісті қолдану нәтижесінде мысты алу деңгейі 87,2%-ға жеткен кезде күкірт қышқылының шығынын 40%-ға айтарлықтай төмендетуге ықпал етті. Жүргізілген бастапқы экономикалық есептеулер күкірт қышқылының бағасы жоғары болған кезде шаймалаудың биохимиялық әдісінің өзектілігін көрсетті. Кальций мен магнийдің қышқылды көп қажет ететін қосылыстары бар кендердің экономикалық тиімділігін бағалау мұндай кен орындарын арзан күкірт қышқылының тұрақты көзі болған жағдайда ғана өңдеудің орындылығын да көрсетті.

Түйін сөздер: мысты шаймалау; күкірт қышқылын тұтыну; қышқылды қажет ететін минералдар; биооксидант

© А.К. Койжанова, А.Н. Бакраева*, М.Б. Ерденова, Д.Р. Магомедов, 2023

АО «Институт металлургии и обогащения», Алматы, Казахстан

E-mail: a.koizhanova@satbayev.university

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБАЛАНСОВЫХ МЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Койжанова Айгуль Кайргельдыевна - Кандидат технических наук, заведующая лабораторией спецметодов гидрометаллургии. SatbayevUniversity, Институт Металлургии и Обогащения, ул. Шевченко, 29/133, Алматы, Казахстан. ORCIDID: 0000-0001-9358-3193. Email: aigul_koizhan@mail.ru, a.koizhanova@satbayev.university

Бакраева Акбота Нүрділдақызы - младший научный сотрудник, магистр SatbayevUniversity, АО «Институт металлургии и обогащения» г. Алматы, ул. Шевченко, 29/133, Казахстан. Идентификатор ORCIDID: 0000-0002-2062-95737. E-mail: bakraeva.akbota@mail.ru

Ерденова Мария Бейсенбековна - научный сотрудник, магистр, SatbayevUniversity, АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, ул. Шевченко, 29/133, Казахстан. Идентификатор ORCIDID: 0000-0002-7496-5097. E-mail: - erdenova_mariya @mail.ru.

Магомедов Давид Расимович - научный сотрудник, магистр, SatbayevUniversity, АО «Институт металлургии и обогащения» г. Алматы, ул. Шевченко, 29/133, Казахстан. Идентификатор ORCIDID: 0000-0001-7216-2349. E-mail: davidmag16@mail.ru

Данное исследование было проведено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант АР 092587890).

Аннотация. В статье приведен обзор исследований по гидрометаллургическому получению меди с применением жидкостно-экстракционной технологии

на четырех медных месторождениях разного состава. Согласно данным минералогического анализа, основная часть меди исследуемых месторождений преимущественно находится в окисленной форме, с небольшим количеством сульфидных фрагментов. Представлены расчеты уровня расхода серной кислоты и эффективности извлечения меди в зависимости от исходного содержания и форм нахождения в образцах руды соединений кальция и других примесей. Установлено, что в процессе выщелачивания помимо активно понижающейся кислотности среды, карбонатных соединений кальция и магния, на уровень потребления серной кислоты будут оказывать влияние силикатные соединения щелочноземельных металлов. Также, данные соединения способны частично сорбировать ионы меди из растворов сернокислотного выщелачивания. Так, анализ отработанных образцов руды показал, что остаточная медь содержится в основном в виде сложных силикатных комплексов. Наличие в составе одного из месторождений, соединений двухвалентного железа позволило также провести эксперимент по биохимическому выщелачиванию, с предварительным окислением бактериальной культуры *Acidithiobacillus Ferrooxidans*, адаптированной к составу данной руды. Применение биохимического метода при выщелачивании меди в итоге способствовало существенному снижению расхода серной кислоты на 40 %, при достижении уровня извлечения меди 87,2 %. Проведенные первичные экономические расчеты показали, актуальность биохимического метода выщелачивания при высоком уровне цен на серную кислоту. Оценка экономической эффективности руд с высоким содержанием кислотоёмких соединений кальция и магния, также показала целесообразность переработки подобных месторождений только при наличии постоянного источника дешевой серной кислоты.

Ключевые слова: выщелачивание меди; расход серной кислоты; кислотоёмкие минералы; биоокисление

Кіріспе

Бүгінгі күні гидрометаллургиялық өңдеуге тартылған мыс кен орындары қоспалардың құрамын ұлғайтуға және күкірт қышқылын шаймалау процесін қиындатуға бейім. 70-90 жылдары сульфидті мыс кендерін қышқыл ерітінділермен шаймалау процестерін күшейту үшін еріту процесін жеделдететін және күкірт қышқылының шығынын азайтатын әртүрлі қоспаларды енгізу ұсынылды: темір (III) және аммонийдің күкірт және азот қышқыл тұздары, фтор иондары, беттік белсенді заттар, оттегі, озон, натрий хлориді, сілтілі және сілтілі жер металдарының нитраттары мен хлоридтері [Canterford J.H. және басқ., (2022), Flett D.S. (1983)]. Қазіргі зерттеу жұмыстарында [Godirilwe, L.L. және басқ., (2021)] мыс минералды шикізатын, күрделі құрамын, жоғары қысым, температура және күкірт қышқылының концентрациясы кезінде сілтілеу әдістерін зерттеді, бұл мыстың 90%-дан астамын алуға мүмкіндік береді. Мыс алу көрсеткіштерін арттырумен қатар, инновациялық әдістердің сұйық-экстракциялық өндіріс технологиясына практикалық қолданылуы және олардың экономикалық орындылығы маңызды

факторлар болып табылады. Сонымен, өнімді мыс ерітінділерінде нитрат пен хлорид иондарының болуы, шаймалау процесін жеделдететін қоспалар ретінде тиісті тұздарды қолданғаннан кейін экстракция мен қайта экстракциялаудың келесі кезеңдеріне теріс әсер етеді. Қышқылды қажет ететін минералдардың көп мөлшері бар кендер үшін мысты шаймалау үшін балама ерітінділерді қолдану жиі қарастырылады, олар сұйық экстракция технологиясы үшін қолайсыз немесе экономикалық тұрғыдан тиімсіз. Ең көп таралған, қышқылды сіңіретін минералдар - кальций қосылыстары, әсіресе кальциттер мен доломиттер. Кейбір жағдайларда кальциттер кейбір көміртек қосылыстарымен бірге күкірт қышқылы ерітіндісінде мыс иондарының сіңіргіші ретінде әрекет етуі мүмкін. Бұл қасиет зерттеу жұмысында ашылды [David T. Hopkins және басқ., (2022)], поснякит минералы ($\text{Cu}^{4+}(\text{OH})_6\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) түрінде соңғы тұндырумен Cu_{2+} жоюға жауапты адсорбция механизмі сипатталған.

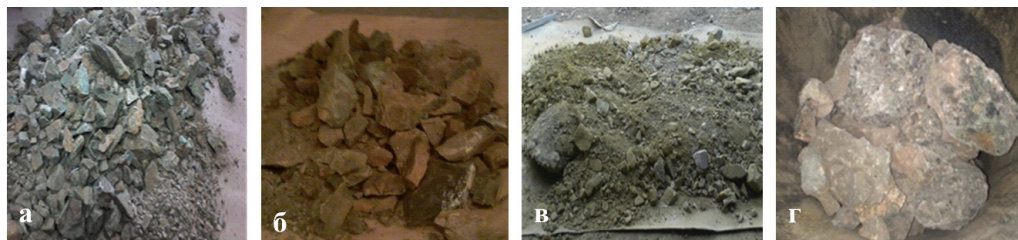
Осындай құрамдағы кендерге арналған флотациялық байыту әдістері мыс негізінен сульфид түрінде болған кезде қолданылады, сонымен қатар кальцийі жоғарымарганецкендерінің мысалында [Meadows N.E (1987)] пирометаллургиялық балқыту әдістерін немесе сирек кездесетін металдар кендерінің мысалында вакуумды бөлу әдістерін қолдануға болады. Мыстың тотыққан түрлері басым баланстан тыс кендер мен үйінділер үшін өңдеудің негізгі әдісі күкірт қышқылын шаймалаудың сұйық-экстракциялық технологиясы болып қала береді. Сондықтан мыс үйінді кендері құрамының мыс алу көрсеткішіне және күкірт қышқылының соңғы шығынына әсерін зерттеу, сондай-ақ баланстан тыс кендер мен үйінділерді өңдеудің тиімділігін арттыру жолдарын іздеу маңызды ғылыми-өндірістік міндеттер болып табылады [Kenzhaliyev B.K. және басқ., (2021), Magwaneng, R.S. және басқ. (2018)].

Мысты шаймалау кезінде күкірт қышқылын тұтыну деңгейінің жоғарылау заңдылықтарын анықтау және сипаттау мақсатында «Металлургия және байыту институты» АҚ-да жүргізілген тиісті эксперименттердің деректеріне шолу және талдау жүргізілді. Бұл шолу Орталық Қазақстанның әртүрлі кен орындарынан төрт мыс үйінділерінің толық гидрметаллургиялық циклінде мысты шаймалау бойынша эксперименттердің нәтижелерін қамтиды. Зерттеу жобаларын орындау барысында кен материалының бастапқы құрамы және келесі кен орындарын күкірт қышқылымен шаймалау нәтижелері бойынша деректер алынды: 2014-2016 жж. – Байское кен орны, 2015 ж. – Байтемир кен орны, 2016-2018 жж. – Саяк кен орны, 2021-2023 жж. – Сатпаев қаласының мыс үйінділері, соның ішінде био-шаймалау бойынша эксперименттер. Барлық аталған жобаларды орындау кезінде кен материалының химиялық және фазалық құрамы талданды, шаймалаудың оңтайлы жағдайлары таңдалды, мыс алудың тиімділігі бағаланды, күкірт қышқылының шығыны бір тонна кенге және ерітіндіге алынған мыс мөлшеріне есептелді [Абдылдаев Н.Н., және басқ. (2016) Koizhanova A.K. және басқ., (2022)].

Зерттеу объектілері

Әр кен орнының сынамаларын алу үйінділердің әртүрлі учаскелерінен жүргізілді, содан кейін кен материалы орташаландырылды. Үйінді кендердің

зерттелетін үлгілерінде Байское және Сатпаев кен орындарының сынамаларында құмтас жыныстарының, сондай-ақ Саяк және Байтемир сынамаларында сазды фрагменттердің басым болуы түрінде көрсетілген белгілі бір сыртқы айырмашылықтар байқалды (1-сурет).



а) – Байское; ә) – Байтемир; б) – Саяк; в) - Сатпаев каласының үйіндісі.
1-сурет - мыс кен орындары үлгілерінің сыртқы түрі.

Мыс кендерінің үлгілерінің құрамы флуоресцентті және химиялық әдістердің көмегімен талданды. 1-кестеде негізгі құнды құрамдас – мыс құрамы, сондай-ақ сілтілеу процесіне әсер ететін металдардың ең айқын құрамы көрсетілген.

1-кесте - мыс кендерінің үлгілеріндегі мыс және басқа металдардың құрамы, %

Металл	Байское	Байтемир	Саяк	Сатпаев
Cu	0,377	0,64	0,24	0,264
Ca	4,5	5,7	9,4	2,7
Mg	0,5	1,78	0,76	1,1
Fe	2,3	6,9	7,33	2,58
Al	7,13	5,1	5,1	5,8

1-кестеде көрсетілген металдардан басқа, флуоресцентті талдау арқылы барлық сынамаларда кварц пен силикат қосылыстарына тән кремний мен оттегінің едәуір мөлшері тіркелді. Осылайша, кейінгі рентгенофазалық талдау барлық сынамаларда кварц және силикат қосылыстарының және басқа жыныс түзетін фрагменттердің басым болуын анықтады. Мыс минералдарының фазалары тек Сатпаев үйіндісінің кен үлгісінде айқын тіркелді, қалған үлгілерде мыс қосылыстарының фазалары бос тау жыныстарының минералдарының аясында ерекшеленбеді. Барлық төрт үлгінің егжей-тегжейлі рентгендік фазалық талдауы 2-кестеде келтірілген.

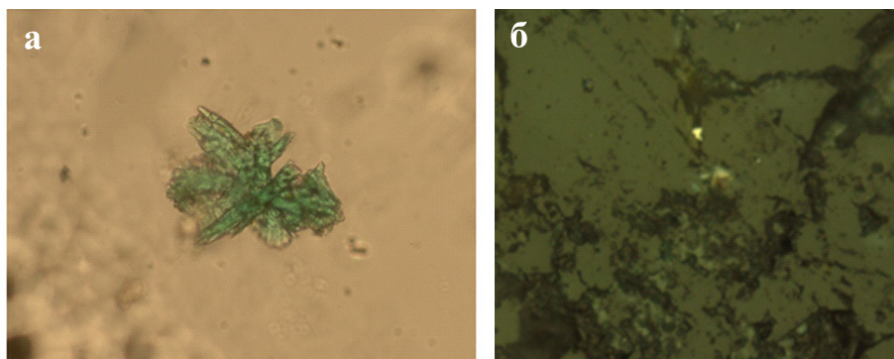
2-кесте - Зерттелетін кен орындарының рентгендік фазалық талдауларының нәтижелері

Байское		
Compound Name	Formula	S-Q
Albite	$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	24,1
Quartz	SiO_2	21,2
Orthoclase	$\text{K}(\text{Al,Fe})\text{Si}_2\text{O}_8$	18,4
Clinochlore	$\text{Al}_2\text{Mg}_5\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	8,6

Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	6,9
Tremolite	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Fe})_2 \text{Mg}_5 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	6,6
Muscovite-1M	$\text{KAl}_2 \text{Si}_3 \text{AlO}_{10} (\text{OH})_2$	5,6
Kaolinite	$\text{H}_4 \text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_9$	4,0
Laumontite	$\text{Ca}(\text{Al}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{12}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3,1
Calcite	CaCO_3	1,5
Байтемир		
Compound Name	Formula	S-Q
Quartz	SiO_2	64,2
Montmorillonite, calcian	$(\text{Ca}, \text{Na})_{0,3} \text{Al}_2 (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	11,8
Bassanite, syn	$\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_{0,662}$	10,6
Muscovite	$\text{K}_{0,932} \text{Al}_2 (\text{Al}_{0,932} \text{Si}_{3,068} \text{O}_{10}) ((\text{OH})_{1,744} \text{F}_{0,256})$	7,0
Clinochlore	$\text{Mg}_{4,2882} \text{Fe}_{0,22} \text{Al}_{1,88} 1\text{Si}_{2,96} \text{O}_{10} (\text{OH})_8$	3,1
Albite	$\text{Na}(\text{AlSi}_3 \text{O}_8)$	1,8
Orthoclase	$(\text{K}_{0,88} \text{Na}_{0,1} \text{Ca}_{0,009} \text{Ba}_{0,012}) (\text{Al}_{1,005} \text{S}_{2,995} \text{O}_8)$	1,3
Calcite	CaCO_3	0,2
Саяк		
Compound Name	Formula	S-Q
Quartz	SiO_2	20,0
Andradite, aluminian	$\text{Ca}_3 \text{Al}_8 4\text{Fe}_{1,16} \text{Si}_3 \text{O}_{12}$	13,5
Wollastonite	CaSiO_3	11,6
Cronstedite-6	$\text{Fe}_3 \text{FeSiO}_4 (\text{OH})_5$	9,6
Cordierite, ferroan, sodian	$\text{Na}_{25} (\text{Mg}_{1,4} \text{Fe}_6) (\text{Al}_{3,84} \text{Be}_{16}) \text{Si}_5 \text{O}_{18} (\text{H}_2\text{O})_6$	9,6
Donbassite-2Mla	$\text{Al}_{4,33} (\text{Si}_3 \text{Al}) \text{O}_{10} (\text{OH})_8$	8,5
Albite, calcian, ordered	$(\text{Na}, \text{Ca}) \text{Al} (\text{Si}, \text{Al})_3 \text{O}_8$	6,6
Calcite	CaCO_3	5,6
Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	3,3
Microcline	$(\text{K}_{0,95} \text{Na}_{0,5}) \text{AlSi}_3 \text{O}_8$	2,8
Magnetite syn	$\text{Fe}_3 \text{O}_4$	2,6
Muscovite-2M1	$\text{K}_{0,932} \text{Al}_2 (\text{Al}_{0,932} \text{Si}_{3,068} \text{O}_{10}) ((\text{OH})_{1,744} \text{F}_{0,256})$	2,4
Iron Oxide	$\text{Fe}_{2,932} \text{O}_4$	2,1
Clinochlore	$\text{Mg}_{2,5} \text{Fe}_{1,65} \text{Al}_{1,5} \text{Si}_{2,2} \text{Al}_{1,8} \text{O}_{10} (\text{OH})_8$	1,7
Сатпаев		
Compound Name	Formula	S-Q
Кварц	SiO_2	54,50
Albite	$\text{Na}(\text{AlSi}_3 \text{O}_8)$	18,40
Clinochlore -1MIIb, (ferroan)	$(\text{Mg}, \text{Fe})_6 (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$	9,20
Калий күкіртінің сульфит гидраты	$\text{K}_2 (\text{S}_3 (\text{SO}_3)_2) (\text{H}_2\text{O})_{1,5}$	6,40
Калий гидросульфаты	$\text{K}_3 \text{H}(\text{SO}_4)_2$	2,90
Калий күкіртінің сульфит гидраты	$\text{K}_2 (\text{S}_3 (\text{SO}_3)_2) (\text{H}_2\text{O})_{1,5}$	2,80
Мусковит	$\text{H}_2 \text{KAl}_3 \text{Si}_3 \text{O}_{12}$	2,40

Гематит (syn)	Fe_2O_3	1,15
Calcite	$CaCO_3$	1,00
Пирит	FeS_2	0,80
Малахит	$Cu_2(CO_3)(OH)_2$	0,30
Халькопирит	$CuFeS_2$	0,15

Минералогиялық талдау арқылы зерттелген кен сынама-ларындағы мыс негізінен малахиттің тотыққан түрінде, сондай-ақ халькопириттің дақтары түрінде болатындығы анықталды (2-сурет).

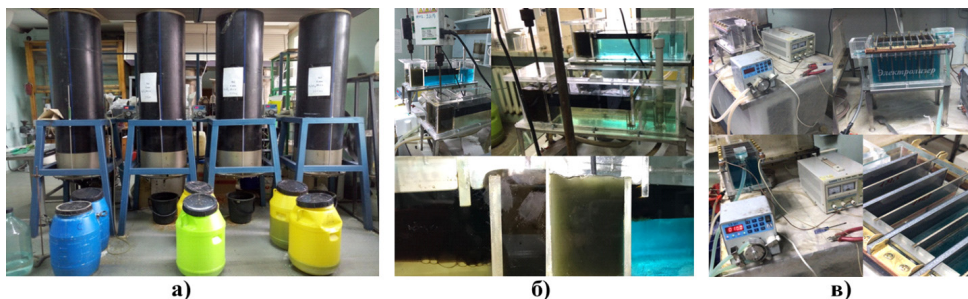


а) - малахиттің призмалық кристалдарының бірігуі; б) - кенді емес массаның жолақтарындағы халькопирит

2-сурет - негізгі мыс минералдарының минералогиялық талдауының суреттері.

Материалдар мен әдістер

Мысты күкірт қышқылын алу бойынша тәжірибелер ірілендірілген-зертханалық масштабта орындалды және үймелі шаймалау процесін имитациялауға мүмкіндік беретін арнайы жабдықталған перколятор бағандарында жүргізілді, кейіннен гидрометаллургиялық өндірістің барлық кезеңдері: экстракция, қайта экстракция және электролиз учаскелері енгізілді (3 – сурет).



а) - перколяторлар жүйесі; б) - экстракция және қайта экстракция учаскесі; в) - электролиз учаскесі.

3-сурет - мыс алудың гидрометаллургиялық технологиясын ірілендірілген-зертханалық сынау жабдығы.

Төрт кен орнынан алынған мыс сынамаларының деректерін гидрометаллургиялық зерттеу 2014 жылдан 2023 жылға дейін 9 жыл бойы жүргізілді, оның барысында шаймалаудың оңтайлы шарттары таңдалды. Органикалық экстракция фазасы ретінде Lix984 реагенті Escaid еріткішіндегі 10% ерітінді ретінде пайдаланылды.

Стандартты күкірт қышқылын шаймалаудан басқа, 2022 жылы Сатпаев қаласының мыс үйіндісінің сынамасында осы кеннің құрамына бейімделген *Acidithiobacillus ferrooxidans* бактериялық өсіріндісін қолдана отырып, биохимиялық тотығу технологиясы да сыналды [Meadows N.E, (1987)]. *A.ferrooxidans* бактериялық өсіріндісінің бейімделуі және өсуі әдетте ерітінді параметрлеріндегі белгілі бір өзгерістермен бірге жүреді [Koizhanova A.K. және басқ., (2022) Rept Invest (1991) Lv, X. және басқ., (2021), Халезов Б.Д. (2021)], атап айтқанда, Fe^{2+} концентрациясының белсенді төмендеуі және Fe^{3+} иондарының жоғарылауы байқалады. Көбінесе мыс қосылыстары стандартты *A.ferrooxidans* штаммы үшін улы болып табылады, бұл бейімделген өсіріндіні өсірумен қосымша микробиологиялық таңдауды қажет етеді. Мыс шикізатының жағдайына бейімделген *A. ferrooxidans* штамдары мыс сульфидтеріне баса назар аударатырып, сульфидтердің био сілтіленуіне мүмкіндік береді. Korean Center for Culture Collection-да өсірілген *Acidithiobacillus ferrooxidans*-1333 штаммының үлгісі белгілі, ол осы минералдың ерекшелігіне бактериялардың жоғары иммобилизациясы есебінен халькопирит құрамында Fe^{2+} жоғары тотығу нәтижелерін көрсеткен. [Godirilwe, L.L. және басқ., (2021), Магомедов Д.Р және басқ., (2016), Sariev, O. және басқ., (2020)]

Эксперименттік бөлім

Мысты шаймалау бойынша ірілендірілген зертханалық сынақтар кен үлгілерінің бекітілген ілмектерін перколяторларға тиегеннен және экстракциялық учаскені монтаждағаннан кейін жүргізілді. Шаймалау концентрацияның біртіндеп төмендеуімен бастапқы кезеңде күкірт қышқылының 2,0-2,5% ерітінділерімен жүргізілді. Шаймалаудың биохимиялық нұсқасы Сатпаев үйіндісінің сынамасы үшін алғашқы 20 күн ішінде күкірт қышқылының аз концентрациясында бактериялық ерітіндімен алдын ала өңдеу жүргізілді, содан кейін шаймалау концентрацияның кейінгі төмендеуімен күкірт қышқылының 2,5% ерітіндісімен жүргізілді. Алынған өнімді ерітінділер күн сайын мыс пен қышқылдың құрамына талданды, содан кейін қажетті концентрацияға жету үшін күкірт қышқылының қажетті мөлшерін қосып, ерітінді шаймалауда қайта қолданылды. Өнімді ерітінді экстракциялық қондырғыға берілді, содан кейін шаймалау мыссыздану рафинатымен жүргізілді. Экстракцияны есептеу кезінде өнімді ерітіндіден алынған мыс массаларының көрсеткіштері және ағымдағы ерітіндідегі мыс мөлшері, оның ішінде рафинат, сондай-ақ органикалық фазадағы қалдық мыс мөлшерлері сомаланды. Жалпы экстракцияны есептеуді келесі формуламен көрсетуге болады:

Әр фазаның мыс массасы стандартты формула бойынша есептелді:

$$m(Cu) = C(Cu) \cdot V;$$

мұндағы $C(Cu)$ – мыс концентрациясы, V – ерітіндінің көлемі. Бастапқы мыстың массасы перколяторға тиелген кеннің пайыздық мөлшері мен массасынан есептелді.

Қышқыл шығыны барлық қышқыл қоспаларының қосындысын перколяторға тиелген кеннің массасына бөлу арқылы есептелді және осы сәтте тоннасына килограмм есебінен қайта есептелді.

Қышқыл шығынының алынған мыс мөлшеріне қатынасы барлық қоспаларды осы сәтте кеннен алынған мыс массасына бөлу арқылы есептелді.

Кеннің тоннасына күкірт қышқылын тұтынуды есептеуді, алынған мыс шығынының арақатынасын және кеннен мысты қорытынды алуды қамтитын перколяциялық шаймалау процесінің нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

3-кесте - 60 тәулік ішінде шаймалау кезінде мыс алу мен күкірт қышқылын тұтынудың негізгі көрсеткіштері

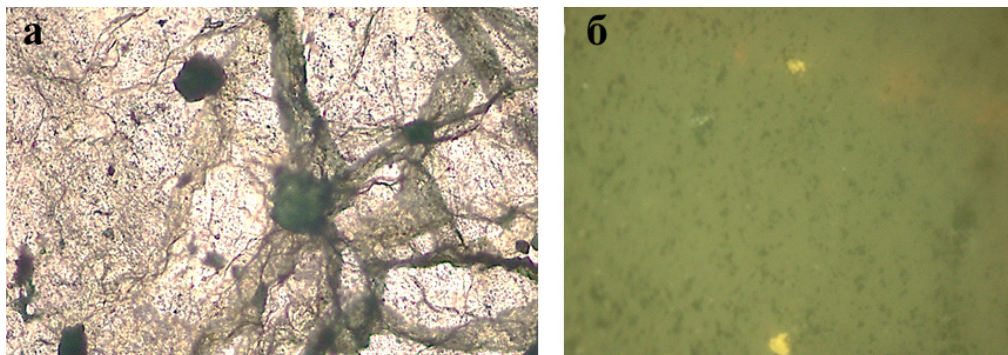
Күн	Байское			Сатпаев к. үйіндісі			Сатпаев к. үйіндісі (био)			Байтемір			Саяк		
	Алынған, Cu %	бір тонна кенге H_2SO_4 кг	H_2SO_4 г/ Cu г (ерітіндіге алынған)	Алынған, Cu %	бір тонна кенге H_2SO_4 кг	H_2SO_4 г/ Cu г (ерітіндіге алынған)	Алынған, Cu %	бір тонна кенге H_2SO_4 кг	H_2SO_4 г/ Cu г (ерітіндіге алынған)	Алынған, Cu %	бір тонна кенге H_2SO_4 кг	H_2SO_4 г/ Cu г (ерітіндіге алынған)	Алынған, Cu %	бір тонна кенге H_2SO_4 кг	H_2SO_4 г/ Cu г (ерітіндіге алынған)
5	11,83	12,44	27,9	6,5	6,1	35,7	0,4	1,5	140,0	10,1	9,23	14,2	15,67	35,61	94,68
10	27,84	18,68	17,8	14,0	8,5	25,2	2,1	4,0	61,6	14,6	9,26	9,85	20,81	39,72	79,52
15	34,1	19,93	15,5	23,0	10,2	24,3	11,3	6,0	20,2	18,1	9,33	7,15	26,07	43,97	70,28
20	38,5	20,32	14,0	34,0	11,3	19,6	18,0	6,5	20,2	22,3	9,49	6,33	32,41	45,36	58,32
25	43,5	20,91	12,75	45,5	13,1	9,4	25,0	8,1	13,0	26,2	9,57	5,44	35,6	46,27	54,15
30	46,2	21,08	12,1	58,1	14,0	9,1	33,7	8,8	9,9	30,3	10,22	5,24	38,2	46,97	51,23
35	50,1	21,15	11,2	68,5	14,3	8,6	42,4	9,2	8,3	34,9	11,46	5,1	45,5	51,61	47,26
40	56,89	21,66	10,1	75,4	14,8	7,7	55,4	9,2	6,3	38,5	13,88	5,6	60,5	64,41	44,36
45	59,6	22,24	9,9	81,0	15,1	7,2	64,8	9,4	5,4	44,5	14,81	5,17	74,5	65,98	36,9
50	64,32	22,31	9,2	82,9	15,5	7,0	71,3	9,4	5,1	48,3	15,54	5,0	77,9	66,28	35,45
55	66,0	22,64	9,1	84,1	15,5	6,9	79,3	9,4	4,7	51,8	15,67	4,7	78,4	66,36	35,27
60	66,13	22,69	9,1	86,7	15,5	6,8	87,2	9,4	4,1	54,3	15,83	4,53	78,6	66,40	35,2

Перколяциялық шаймалау аяқталғаннан кейін кен материалдарының үлгілері мыстың қалдық құрамына және оның орналасу формасына талданды (4-кесте).

4-кесте - шаймалаудан кейінгі кен үлгілеріндегі қалдық мыс, %

Satbayev	Satbayev (bioleaching)	Bayskoe	Baytemir	Sayak
0.036	0.033	0.13	0.31	0.055

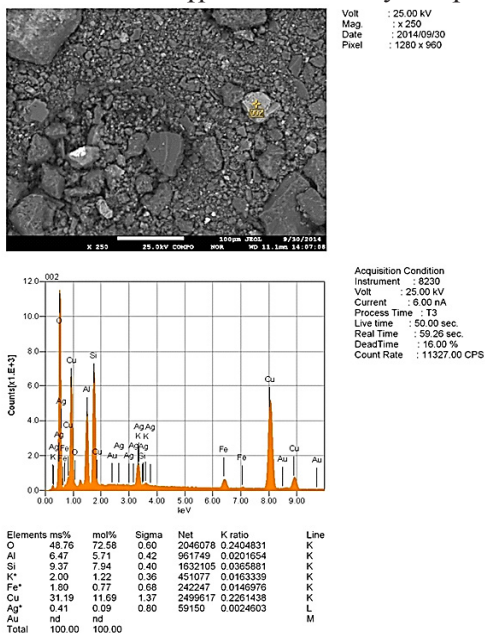
Минералогиялық талдау барлық үлгілердегі қалған мыс негізінен күрделі $K_2Cu_2Mg_3Si_{12}O_{30}$ оксидімен және басқа да силикаттардың күрделі дақтарымен ұсынылғанын анықтады (4-сурет).



а) - $K_2Cu_2Mg_3Si_{12}O_{30}$ кешенді оксиді; б) - мыстың силикатты дақтары.

4-сурет - шаймалаудан кейінгі қалдық мыс қосылыстарының минералогиялық талдауының суреттері.

Мыс қалдықтарының қалдықтарын егжей-тегжейлі зерттеу JEOL фирмасының JXA-8230 электронды зондты микроанализаторында жүргізілді, ол осы бөлшектерде алюминий силикаттарына тән оттегі, кремний, алюминий спектрлерін көрсетті (5-сурет). Табылған күрделі оксид сияқты, бұл фрагменттер бастапқы үлгілерде кездеспеген. Бұл факт бұрын айтылғандай [9], кальциттерге ұқсас екенін көрсетеді, кейбір силикат қосылыстары еріген мыс иондарының сорбенті ретінде әрекет етуі мүмкін. Бұл ретте, зерттеулермен анықталғандай [24], бірқатар ұқсас минералды фрагменттердегі тотығу процестері кен орнының тау жыныстарындағы байқалған геологиялық өзгерістермен жалғасуы мүмкін, бұл біраз уақыттан кейін мысты неғұрлым толық алуға мүмкіндік береді.



5-сурет - Қалдық мыстың қиылысқан бөлшектерін электронды-микроскопиялық талдау.

Нәтижелерді талқылау

Перколяциялық шаймалау эксперименттерінің нәтижелері Саяк және Байское кендерінің үлгілерінде алғашқы он күнде мыс алудың ең жылдам өсуін көрсетті. Сонымен қатар, рН көрсеткіштерін және күкірт қышқылының қажетті концентрациясын тұрақтандыруға қол жеткізу үшін күкірт қышқылының едәуір мөлшері қажет болды. Байтемир және Сатпаев кен орындарының сынамалары үшін қышқыл ортаны тұрақтандыру үшін күкірт қышқылы қоспаларының аз мөлшері қажет болды, ал басқа сынамалар сияқты өнімді ерітінділердегі мыс концентрациясының күрт өсуі байқалмады.

Сатпаев сынамасын биохимиялық шаймалау нұсқасында бастапқы кезеңде рН 2,0-2,5 көрсеткіштерінде минералды шикізаттың ілеспе био-тотығуымен бактериялық өсіріндісінің бейімделуі жүргізілді, ал күкірт қышқылының концентрациясы 0,5%-дан аспады. Сондықтан алғашқы жиырма күн ішінде ерітіндіге мыс алу өте төмен деңгейде қалды, тіпті бір тонна рудаға аз мөлшерде қышқыл жұмсалса да, алынған металға массалық қатынас өте жоғары болды. Биохимиялық шаймалаудың өнімді ерітінділері бастапқы кезеңде экстракциялық өндеуден өтпеген.

60 күн ішінде күкірт қышқылының қажетті концентрациясын ұстап тұру үшін қажетті қоспалар саны үнемі төмендеді, бұл сонымен қатар қышқыл ағынының алынған мысқа массалық қатынасын азайтты. Сатпаев кен орнының стандартты және биохимиялық шаймалау сынамаларында процестің 45-50 күнінен кейін рафинаттың айналымдағы шаймалау ерітіндісіне қышқыл қоспалары экстракциядан кейін толығымен тоқтатылды, өйткені ортаның қышқылдық көрсеткіштері қажетті параметрлерге сәйкес келді (H_2SO_4 - 2,0-2,5 %, рН - 1,5-2,0).

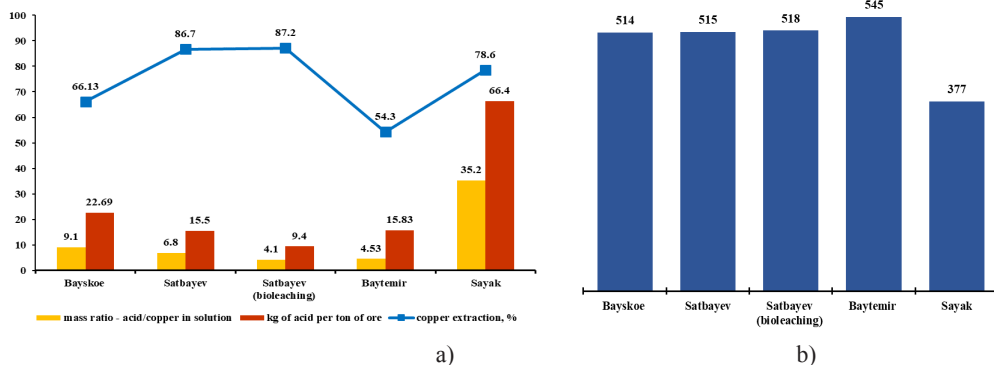
Ерітіндіге мыс алудың қорытынды нәтижелері және 60 күндік шаймалау кезінде алынған күкірт қышқылының тұтыну деңгейі кендегі бастапқы құрамға байланысты әр кен орны үшін әртүрлі көрсеткіштерге ие болды. 9-суреттің графиктерінде 4 кен орнының күкірт қышқылымен шаймалау нәтижелерін биохимиялық шаймалаудың қосымша нұсқасымен салыстыру келтірілген. Сонымен, Байтемир рудасының сынамасында алынған мыстың бастапқы мөлшері 0,64% болған 54,3% ең аз нәтижеге қарамастан, алынған мыстың массасы 545 г құрады. Бастапқы мыс мөлшері 0,24% болатын Саяк кен орнының кен сынамасынан 78,6% алынған кезде ерітіндіге тек 377 г металл алынды. Кен орындарының сынамаларын шаймалау кезінде ерітінділердегі мыстың шамамен бірдей мөлшері: Байское – 514 г, Сатпаев – 515 г және 518 г (био нұсқасы) алынды, бірақ бұл сынамалардағы мыстың бастапқы құрамындағы айырмашылықты ескере отырып, экстракция деңгейі де айтарлықтай өзгерді.

Жұмсалған қышқылдың балансы алынған мыстың жалпы мөлшеріне қайта есептегенде, ең жоғары тиімділік Сатпаев үйіндісі кенінің алдын ала био-тотығуымен жүргізілген экспериментте байқалды - H_2SO_4 : Cu = 1 : 4,1, ал стандартты шаймалау кезінде бұл көрсеткіш – 1 : 6,8 құрады. Байтемир рудасының сынамасын сілтілеу 54,3% деңгейіне қарамастан, H_2SO_4 : Cu = 1 : 4,53 қорытынды қатынасын көрсетті. Байское кен орнының кен сынамасында қышқыл мен өндірілген металл шығынының балансы – 1 : 9,1 құрады. Қышқылдың ең көп

шығыны Саяк сынамасында байқалды, мұнда металға жалпы массалық қатынас - $H_2SO_4 : Cu = 1 : 35,2$ балансын көрсетті.

Бір тонна кенге күкірт қышқылын тұтыну деңгейі көбінесе мыстың бастапқы құрамына және оны ерітіндіге алу тиімділігіне байланысты. Кеннің тоннасына қайта есептегенде, қышқыл шығынын есептеу Сатпаев кен орнының сынамаларын шаймалау кезінде ең аз шығындарды көрсетті – кеннің тоннасына 15,5 кг, бактериялық тотығу кезінде кеннің тоннасына 9,4 кг. Байтемир кенімен жүргізілген тәжірибелерде бір тонна кенге қышқыл шығыны 15,83 кг, Байское кенінде - 22,69 кг құрады. Бұл арақатынастағы ең көп тұтыну экспериментте Саяк сынамасын шаймалау кезінде анықталды және кеннің тоннасына 66,4 кг қышқылды құрады.

Осы параметрлерді есептеу мыс үйіндісін гидрометаллургиялық өңдеу үшін қажет күкірт қышқылының болжамды мөлшерін болжауға, демек, белгілі бір кен орнының немесе оның учаскесінің катодты мыс өндірісінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.



9-сурет – қышқыл шығынының (кеннің тоннасына және ерітіндідегі мыстың массалық арақатынасына) және кеннен мыс алудың (а - %-бен, в - граммен) қорытынды көрсеткіштерін салыстыру диаграммасы.

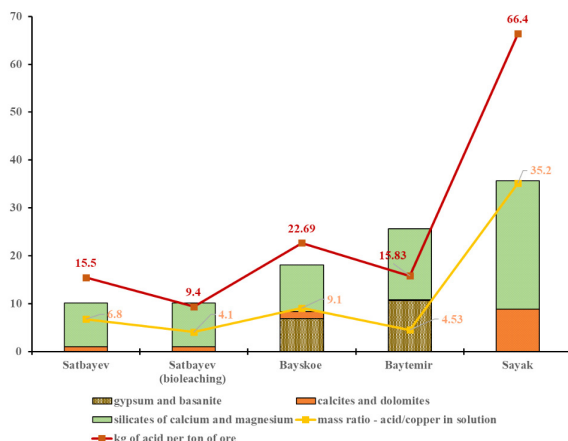
Күкірт қышқылын тұтыну көрсеткіштерінің нәтижелері мыс кен орындарының зерттелетін үлгілеріндегі кальций мен магний қосылыстарының құрамы бойынша бастапқы деректермен салыстырылды. Сонымен, 5-кестеде кальций мен магнийдің сілтілі жер металдарының жалпы құрамы, кальциттер, доломиттер, силикаттар мен сульфаттар (гипс, базанит) түріндегі олардың қосылыстарының мөлшері, сондай-ақ әрбір кен үлгісі үшін қышқыл тұтыну деңгейі келтірілген.

5-кесте - мыс кендерінің үлгілеріндегі сілтілі жер металдарының және олардың қосылыстарының құрамы, %; күкірт қышқылын тұтыну деңгейі

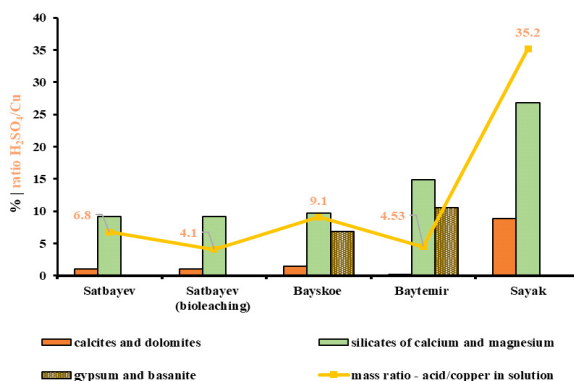
Үлгі	Ca ²⁺ және Mg ²⁺	Calcium and magnesium compounds			Total number of Ca and Mg compounds	mass ratio - acid/copper in solution	kg of acid per ton of ore
		calcites and dolomites	silicates of calcium and magnesium	gypsum and basanite			
Satbayev	3.8	1.0	9.2	<0.05	10.2	6.8	15.5
Satbayev (bioleaching)						4.1	9.4

Bayskoe	5.0	1.5	9.7	6.9	18.1	9.1	22.69
Baytemir	7.48	<0.2	14.9	10.6	25.7	4.53	15.83
Sayak	10.16	8.9	26.8	<0.05	35.7	35.2	66.4

Сілтілеу процесінде 4 түрлі мыс кен орындарының қышқыл шығыны бойынша нәтижелерді салыстыру кальциттер мен доломиттерден басқа қышқыл шығыны деңгейінің жоғарылауына кальций мен магнийдің силикат қосылыстары да әсер ететіндігін көрсетті. Сонымен қатар, Байское және Байтемир кен орындарының сынамаларында табылған гипс және базанит типіндегі кальций сульфатты қосылыстары сілтілеу кезінде қышқылды тұтынуға әсер етпеді. 5-кестенің деректері негізінде 10 және 11-суреттердің графиктерінде кальций мен магний қосылыстарының әртүрлі құрамындағы мыс кен орындарының сынамаларын шаймалау кезінде қышқылды тұтыну деңгейлерін (соның ішінде био шаймалаудың бір нұсқасын) салыстыру көрсетілген.



10-сурет - кальций мен магний қосылыстары құрамының шаймалау кезінде күкірт қышқылын тұтыну деңгейіне әсері.



11-сурет - кальций мен магний қосылыстарының түрлері, олардың жұмсалған күкірт қышқылының алынған мысқа массалық қатынасына әсері.

Саяк кен орнының сынамасын шаймалау кезінде күкірт қышқылының ең көп шығыны құрамында жалпы массалық үлесі 35,7% құрайтын минералдар бар кальций мен магний кенінің жоғары құрамының салдары болды. Қышқылды белсенді сіңіретін минералдар кальцит және доломит сияқты 8,9% құрады, қалған 26,8% кальций мен магний силикаттарынан болды.

Байтемир рудасының сынамасында кальций мен магний минералдарының жалпы мөлшері жеткілікті жоғары болғанына қарамастан - 25,7%, сілтілеу кезінде күкірт қышқылын тұтыну деңгейі салыстырмалы түрде аз болды. Бұл фактор кальцит пен доломит кенінің сынамасындағы өте төмен мөлшерге байланысты - 0,2%-дан аспайды, күкірт қышқылын аз сіңіретін сілтілі жер металдарының силикаттары - 14,9 %, қалған 10,6% күкірт қышқылына инертті гипс пен базанитке тиесілі.

Байское кен орнының сынамасында басқа бір көрініс байқалды. Кальций мен магний минералдарының жалпы құрамымен оның 6,9%-ы гипс және базанит түріндегі сульфаттарға тиесілі, 18,1%-ы кеннің бір тоннасына қышқылдың жалпы мөлшері 22,69 кг құрады. Бұл жағдайда айтарлықтай тұтыну сілтілі жер минералдарының карбонатты (1,5 %) және силикатты (9,7 %) қосылыстарының қосындысынан туындады.

Сілтілі жер металдары минералдарының жалпы құрамы 10,2% болған Сатпаев кен орнының сынамасында стандартты сілтілеу қорытындысы бойынша күкірт қышқылының шығыны тоннасына 15,5 кг құрады, бұл Байтемир сынамасының нәтижелерімен салыстырылады. Алайда, осы кен орындарындағы бастапқы мыс құрамындағы айырмашылықты ескере отырып, жұмсалған қышқылдың алынған мысқа массалық қатынасының тепе-теңдігі стандартты шаймалау кезінде $H_2SO_4 : Cu = 6,8 : 1$ құрады, бұл Байтемир кенін шаймалау нәтижелерінен $\frac{1}{3}$ -не асып түседі.

Сатпаев кен орнының сынамасын биохимиялық шаймалау бойынша эксперимент ерекше назар аударуға лайық, оның барысында кеннің бір тоннасына күкірт қышқылының қорытынды шығыны 9,4 кг, ал алынған мыс балансына қайта есептегенде $H_2SO_4 : Cu = 4,1 : 1$ құрады. Күкірт қышқылының шығынын азайтудың бұл әсері кендегі сульфидті фрагменттердің тотығу процесінде күкірт қышқылының ішінара қайта қалпына келуіне байланысты болды.

Тотығу реакцияларының механизмі

Қолдану тәжірибесі тотықтырғыш реагенттер алтынның гидрометаллургиялық өндірісі саласында кең таралған. Пирит, арсенопирит және т.б. [25-27] типті алтынды сыйдыратын сульфидтерді ыдырату мақсатымен пероксидтерді, хлорактивті қосылыстарды, беттік белсенді заттарды, бактериялық өсірінділерді қолдану әдістері белгілі. Алайда, мыс кен орындарын шаймалау кезінде тотықтырғыш факторлардың әсер ету принципі құрамында алтын бар минералды шикізаттың тотығуынан өзгеше рөл атқарады. Сонымен қатар, бірқатар тотықтырғыштарды, әсіресе құрамында белсенді хлор барларды мыс өндірудің сұйық-экстракциялық технологиясы үшін қолдану мүмкін емес және тиімсіз.

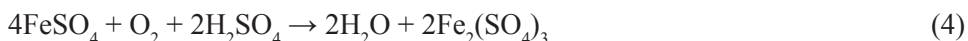
Мысты биотехнологиялық шаймалау кезінде құрамында металл сульфидтері бар кен материалын немесе техногендік қалдықтарды күкірт қышқылының ерітінділерімен, темір тұздарымен суару жүргізіледі, сондай-ақ өміршең тион, темір тотықтырғыш бактериялар енгізіледі. Мыс үйінділерінде жиі кездесетін сульфидті минералдардың әдеттегі тотығуын пирит пен халькопирит мысалында келесі реакциялармен сипаттауға болады:



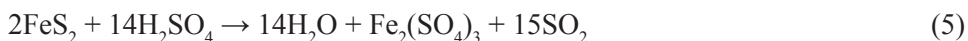
Алайда, темір (II) ерітіндісінде және мысқа қарағанда белсенділігі төмен басқа металдардың болуы, егер олар осы реакцияның мысалында максималды тотығу дәрежесінде болмаса, оның тұндырылуына ықпал етуі мүмкін:



Ауа оттегінің қатысуымен күкірт қышқылы ортасындағы тотығу процестері темір қосылыстарын осы реакция бойынша +2-ден +3-ке дейін тотығу күйінен ауыстыруға мүмкіндік береді:



Күкірт қышқылы ортасында катализатор факторының сілтіленуі осы реакциялар мысалында темірдің тотыққан түрге +3 өтуін жеделдетуге көмектеседі:



Алынған темір (III) қосылыстары тотықтырғыш рөлін атқара алады. Өнімді ерітіндіге айналатын темір иондары, максималды тотығу дәрежесі 3+, экстракция сатысынан кейін өнімді ерітінді айналымы кезінде қышқылды сіңіретін және табиғи мыс ұстайтын минералдардың одан әрі тотығуына көмектеседі (рафинатпен шаймалау).

Іс жүзінде темір (III) сульфатын тотықтырғыш катализатор ретінде қолдану белгілі. Бұл қосылыс шаймалау процесінде осы реакциялар бойынша мыс сульфидті минералдардың еруіне жәрдемдесуі мүмкін:



Темір сульфатын тотықтырғыш ретінде қолдану тәжірибесі бірқатар мыс кен орындарында және уранды жер асты шаймалау кезінде кең таралған. Сонымен қатар, темірі жоғары мыс кен орындарын игеруді жүзеге асыратын гидрометаллургиялық өндірістердің жиі кездесетін проблемасы өнімді ерітіндіде темір иондарының артық концентрациясының жинақталуы болып табылады. Үш валентті темір иондарының концентрациясының 10 г/л-ден асуы экстракция процесіне теріс әсер етеді, өйткені ол органикалық экстрагенттің мыс бойынша селективтілігін төмендетеді, бұл электролит және электролиз кезінде алынған катодты мыс сапасының нашарлауына әкеледі. Мұндай жағдайларда темір (III) сульфатының қоспасын тотықтырғыш реагент ретінде қарастырған жөн емес. Темір тотықтырғыш микроорганизмдерді өсіру, бұл жағдайда, темір 3+

иондарының оңтайлы концентрациясын оның кен материалындағы бастапқы құрамынан алуға мүмкіндік береді.

Экономикалық тиімділікті бағалау

Қышқыл шығыны бойынша зерттеу нәтижелері мыс бағасының динамикасы мен күкірт қышқылының құнын ескере отырып, белгілі бір мыс кен орнын өндеудің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Негізгі реагент – күкірт қышқылының құны көбінесе өндіріс аймағына, жақын орналасқан күкірт қышқылы зауытының орналасуына, логистиканы ұйымдастыруға және кен орнына тасымалдауға байланысты. Мәселен, бір тонна күкірт қышқылының ең төменгі бағасы бір тоннаға 40 долларды құрауы мүмкін, ал кейбір елдерде тоннаның бағасы 127 мың теңгеге (280 доллар) жетеді. Лондон металдар биржасының (LME) мәліметтері бойынша бір тонна мыстың құны соңғы үш жылда (2020-2023) тоннасына 2,5-тен 4,5 млн. теңгеге дейін (5500 доллардан 10000 долларға дейін) ауытқып отырды. Баға факторларының деректері негізінде және орта есеппен шамамен 25% құрайтын қосымша өндірістік шығындарды ескере отырып, өндірілген мыстың бір тоннасынан алынған пайданы есептеу орындалды, оның нәтижелері 6-кестеде көрсетілген.

6-кесте - өндірілген мыстың бір тоннасынан таза пайданы есептеу, мың теңгемен

Кен орны	Жаппай арақатынас - ерітіндідегі қышқыл/Su	Бір тонна мыстың бағасы, мың тг/т	Бағасы 1 тонна күкірт қышқылы		
			Ең азы 18,0 мың тг/т	орташа 72,0 мың тг/т	ең көбі 127 мың тг/т
Сатпаев	6.8	ең көбі 4 500,0	3 252,60	2 885,40	2 518,20
		орташа 3 407,0	2 408,85	2 041,65	1 674,45
		ең азы 2 500,0	1 733,85	1 366,65	999,45
Сатпаев (Био-шаймалау)	4.1	ең көбі 4 500,0	3 301,20	3 079,80	2 858,40
		орташа 3 407,0	2 457,45	2 236,05	2 014,65
		ең азы 2 500,0	1 782,45	1 561,05	1 339,65
Байское	9.1	ең көбі 4 500,0	3 211,20	2 719,80	2 228,40
		орташа 3 407,0	2 367,45	1 876,05	1 384,65
		ең азы 2 500,0	1 692,45	1 201,05	709,65
Байтемир	4.53	ең көбі 4 500,0	3 293,55	3 048,75	2 803,95
		орташа 3 407,0	2 449,80	2 205,00	1 960,20
		ең азы 2 500,0	1 774,35	1 530,00	1 285,20
Саяк	35.2	ең көбі 4 500,0	2 741,40	840,60	- 1 060,20
		орташа 3 407,0	1 897,65	- 3,15	- 1 903,95
		ең азы 2 500,0	1 222,65	-678,15	- 2 578,95
Жоғары пайда			Төмен пайда		Шығындар

Кестедегі мәліметтерден мыс кен орындарының көп бөлігі экономикалық тұрғыдан тиімді екендігі және оларды қайта өңдеу қарастырылған ауқымдағы

бағалардың ең көп ауытқуымен де пайда әкелетіні көрінеді. Сондай-ақ, Сатпаев кен орнының кендерін биохимиялық шаймалауды пайдалану кезінде таза пайданың өсуі байқалды.

Саяк кен орнын экономикалық бағалау кезінде тағы бір көрініс байқалады. Осылайша, алынған мыс үшін күкірт қышқылының жоғары тұтынылуын ескере отырып, осы кен орнының кендерін гидрометаллургиялық өңдеудің экономикалық орындылығы арзан күкірт қышқылының көзі болған жағдайда ғана мүмкін болады.

Қорытынды

Осылайша, 2014 жылдан 2023 жылға дейін 4 түрлі мыс кен орындарында жүргізілген күкірт қышқылын шаймалау эксперименттерінің нәтижелерін салыстыру нәтижесінде күкірт қышқылын тұтыну деңгейінің сілтілі жер металдары минералдарының мөлшері мен формаларына тәуелділігі анықталды. Сілтілік жер металдарының карбонатты қосылыстар минералдарының қышқыл ортаны бейтараптандыру қабілеті туралы белгілі фактіден басқа, құрамында кальций мен магний бар кейбір силикаттардың сілтілеу процесінде күкірт қышқылын тұтыну деңгейін жоғарылату қасиеті де анықталды. Күкірт қышқылын тұтынудың ең аз деңгейі Сатпаев және Байтемир кен орындарының сынамаларын шаймалау кезінде байқалды, ал ең көп тұтыну Саяк кенімен жүргізілген тәжірибелерде тіркелді ($H_2SO_4 : Cu = 35,2 : 1$).

Тәжірибелерден кейін пайдаланылған кен материалын талдау барлық үлгілерде мыс негізінен бастапқы үлгілерде кездеспеген күрделі силикат кешендерінде болатынын көрсетті. Бұл өз кезегінде сілтілі жер металдары силикаттарының мыс иондарын жинақтау ерітіндідегі сульфат қосылыстарымен әрекеттесу арқылы кейбір сіңіргіш қабілетіне байланысты.

Стандартты шаймалаумен қатар жүргізілген Сатпаев кен сынамасының бактериялық тотығуы бойынша эксперимент мыс алудың жеткілікті жоғары 87,2 % деңгейіне жеткенде күкірт қышқылының шығынын едәуір төмендету мүмкіндігін көрсетті. Бұл әсерге құрамында күкірт пен темір бар минералдардың ілеспе ыдырау процесінде жүретін тотығу механизмдері арқылы қол жеткізіледі. Сатпаев кенінің сынамасында бар, аз мөлшерде сульфидті минералдар (пирит және халькопирит), бактериялық тотығу өңдеуден кейін күкірт қышқылының ішінара қайта қалпына келуін қамтамасыз етті, нәтижесінде ол жалпы ағын деңгейіне әсер етті.

Күкірт қышқылының шығынын төмендетудің қол жеткізілген әсері әсіресе осы реагенттің жоғары құнымен өзекті. Мәселен, экономикалық тиімділік есептеулеріне сәйкес күкірт қышқылының бағасының ең жоғары нұсқасымен Сатпаев кен орнын шаймалаудың биохимиялық әдісі стандартты шаймалаумен салыстырғанда, өндірілген мыстың әрбір тоннасына қосымша 700\$ алуға мүмкіндік береді. Байское және Байтемир мыс кен орындары да экономикалық әлеуетке ие және күкірт қышқылы нарығы мен металл биржасының қолайсыз баға жағдайларында да пайда табуға қабілетті. Саяк кенішінің алдын-ала экономикалық есебі мұндай кен орнын өңдеу арзан күкірт қышқылын жеткізген кезде немесе осы реагенттің жеке өндірісін ұйымдастырған кезде ғана орынды болатындығын көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

Абдылдаев Н.Н., Магад Е., Игнатъев М. М., Койжанова А. К., Магомедов Д.Р. (2016) Құрамында мыс бар кенді шаймалаудың өнімді ерітінділерінен мыс алудың онтайлы жағдайларын пысықтау. «Минералды шикізатты байыту және өңдеу кезінде ресурстарды үнемдеу және қоршаған ортаны қорғау» халықаралық ғылыми конференциясы (Плаксин оқулары – 2016), 26-30 қыркүйек. Санкт-Петербург қ.

Canterford J.H., Dadey P.T., Tsambourakis G. (1985) The influence of ferric iron on the dissolution of copper from lump oxide ore: implication in solution mining // *Hydrometallurgy*. 15. №1. P. 93-112

David T. Hopkins, Stephanie MacQuarrie, Kelly A. Hawboldt. (2022) Removal of copper from sulfate solutions using biochar derived from crab processing by-product. *Journal of Environmental Management* 303) 114270, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114270>

Flett D.S. (1983) Solvent extraction in hydrometallurgy // *Hydromet.: Res., Dev. And Plant Pract.* Atlanta, - Warena, Pa, s.a. P. 39-64.

Godirilwe, L.L., Magwaneng, R.S., Sagami, R., Haga, K., Batnasan, A., Aoki, S., Kawasaki, T., Matsuoka, H., Mitsuhashi, K., Kawata, M., Shibayama, A. (2021) Extraction of copper from complex carbonaceous sulfide ore by direct high-pressure leaching

Minerals Engineering, 173, article 107181, DOI: 10.1016/j.mineng.2021.107181

Игнатъев М. М., Магад Е., Койжанова А. К., Аманжолова Л. У., Атанова О. В. (2016) Мысты сұйық экстракциямен үйемелі шаймалаудың өнімді ерітінділерінен өңдеу кезінде кешенді түзілуді зерттеу / *ҚазҰТЗУ хабаршысы*. №1-153-161 б.

Kenzhaliyev B.K., O. B., Ilmaliyev, Z. B., Tsekhoovoy, A. F., Kassymova G. K. (2021) Conditions to facilitate commercialization of R & D in case of Kazakhstan, *Technology in Society*, 67, 101792. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101792>

Koizhanova A.K., Magomedov D.R., Tastanov E.A., Kenzhaliyev B.K., Sedelnikova G.V., Berkinbayeva A.N. (2022) Intensification of copper leaching from heaps using biological oxidation *Metalurgija*, 61 (3-4), pp. 789-792. <https://hrcaak.srce.hr/274040>

Koizhanova A., Magomedov D., Abdyldayev N., Kamalov E., Yerdenova M., Bakrayeva A (2022.) Copper Extraction from Complex Waste Dumps by Biochemical Leaching Method. *Journal of Ecological Engineering*, 23 (10), pp. 283-290. DOI: 10.12911/22998993/152342

Koizhanova A., Toktar, G., Craig, E., Magomedov, D., & Kubaizhanov A. (2020). Research of hydrometallurgical method of leaching gold from flotation tails with using bio-oxidation. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources*, 314(3), 28–39 <https://doi.org/10.31643/2020/6445.24>

Koizhanova A.K., Kenzhaliyev B.K., Kamalov E.M., Erdenova M.B., Magomedov D.R., Abdyldayev N.N. (2020) Research of Gold Extraction Technology from Technogenic Raw Material. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan: Series Chemistry and Technology*, Volume 1, Number 439 95-101. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.12>

Lv, X., Zhao, H., Zhang, Y., Yan, Z., Zhao, Y., Zheng, H., Liu, W., Xie, J., Qiu, G. (2021) Active destruction of pyrite passivation by ozone oxidation of a biotic leaching system *Chemosphere*, 277, article № 130335. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85103312197&doi=10.1016%2fj.chemosphere.2021.130335&partnerID=40&md5=4874619c11f80ebdcada7fcae636e925> DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.130335

Magwaneng, R.S., Haga, K., Batnasan, A., Shibayama, A., Kosugi, M., Kawarabuki, R., Mitsuhashi, K., Kawata, M. (2018) Investigation of copper and iron recovery from copper ore by high pressure leaching. *International Journal of the Society of Material Engineering for Resources*, 23 (1), pp. 80-83. DOI: 10.5188/ijsmr.23.80

Магомедов Д.Р., Магад Е., Игнатъев М.М., Койжанова А.К., Жанабай Ж. (2016) Саяк кен орнының пайдаланылған мыс үйінділерінен мыс пен асыл металдарды алу. Жариялау туралы анықтама КИМС журналы. №4

Meadows N.E, Pollard D M. (1987) Oxidative lead chalcopyrite in a chloridesulphate lixivant // *Res. and Dev Met., Austral. Inst. Mining and Met. - Adelaide Parkville*, 1987. - P. 109-114.

Rept Invest. Effect of nonionic surfactants on chalcopyrite leaching under dump chemical conditions / P.Z. - 1991. - 9381. - P. 1-10.

Sariev, O., Dossekenov, M., Kelamanov, B., & Abdirashit A. (2020). High-carbon ferromanganese smelting on high-base slags. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources*, 315(4), 63–73. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.38>

Халезов Б.Д.(1971) Коунрад кен орнының кендері үшін үйінді шаймалауды ықтимал қолдану келешектері // Түсті металдар.№ 6. - 85 б.

Zhou, Z., Ma, W., Liu, Y., Ge, S., Hu, S., Zhang, R., Ma, Y., Du, K., Syed, A., Chen, P. (2021) Potential application of a knowledgebase of iron metabolism of *Acidithiobacillusferrooxidans* as an alternative platform (2021) *Electronic Journal of Biotechnology*, 52, pp. 45-51. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106293715&doi=10.1016%2fj.ejbt.2021.04.003&partnerID=40&md5=6f4a0a3822814fb2328ec3a17a7c2e2e6> DOI: 10.1016/j.ejbt.2021.04.003

REFERENCES

Abdyldaev N. N., Magad E., Ignatiev M. M., Koizhanova A. K., Magomedov D. R. (2016) development of optimal conditions for obtaining copper from productive solutions of leaching of copper-containing ore. International scientific conference " resource conservation and environmental protection in the enrichment and processing of mineral raw materials " (Plaksin readings – 2016), September 26-30 . St. Petersburg. Canterford J.H., Dadey P.T., Tsambourakis G. (1985)The influence of ferric iron on the dissolution of copper from lump oxide ore: implication in solution mining//*Hydrometallurgy*. 15. №1. P. 93-112

David T. Hopkins, Stephanie MacQuarrie, Kelly A. Hawboldt. (2022) Removal of copper from sulfate solutions using biochar derived from crab processing by-product. *Journal of Environmental Management* 303) 114270, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114270>

Flett D.S. (1983) Solvent extraction in hidrometallurgy // *Hydromet.: Res., Dev. And Plant Pract.* Atlanta, - Warena, Pa, s.a. P. 39-64.

Godirilwe, L.L., Magwaneng, R.S., Sagami, R., Haga, K., Batnasan, A., Aoki, S., Kawasaki, T., Matsuoka, H., Mitsuhashi, K., Kawata, M., Shibayama, A. (2021) Extraction of copper from complex carbonaceous sulfide ore by direct high-pressure leaching

Minerals Engineering, 173, article 107181, DOI: 10.1016/j.mineng.2021.107181

Ignatiev M. M., Magad E., Koizhanova A. K., Amanzholova L. U., Atanova O. V. (2016) study of complex formation when processing copper from productive solutions of bulk leaching by liquid extraction / / *Bulletin of Kaznrtu*. No. 1-153-161 P.

Kenzhaliyev B.K., O. B., Ilmaliyev, Z. B., Tsekhovoy, A. F., Kassymova G. K. (2021) Conditions to facilitate commercialization of R & D in case of Kazakhstan, *Technology in Society*, 67, 101792. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101792>

Koizhanova A.K., Magomedov D.R., Tastanov E.A., Kenzhaliyev B.K., Sedelnikova G.V., Berkinbayeva A.N. (2022) Intensification of copper leaching from heaps using biological oxidation *Metalurgija*, 61 (3-4), pp. 789-792. <https://hrcak.srce.hr/274040>

Koizhanova A., Magomedov D., Abdyldayev N., Kamalov E., Yerdenova M., Bakrayeva A (2022.) Copper Extraction from Complex Waste Dumps by Biochemical Leaching Method. *Journal of Ecological Engineering*, 23 (10), pp. 283-290. DOI: 10.12911/22998993/152342

Koizhanova A., Toktar, G., Craig, E., Magomedov, D., & Kubaizhanov A. (2020). Research of hydrometallurgical method of leaching gold from flotation tails with using bio-oxidation. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources*, 314(3), 28–39 <https://doi.org/10.31643/2020/6445.24>

Koizhanova A.K., Kenzhaliyev B.K., Kamalov E.M., Erdenova M.B., Magomedov D.R., Abdyldaev N.N. (2020) Research of Gold Extraction Technology from Technogenic Raw Material. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan: Series Chemistry and Technology*, Volume 1, Number 439 95-101. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.12>

Lv, X., Zhao, H., Zhang, Y., Yan, Z., Zhao, Y., Zheng, H., Liu, W., Xie, J., Qiu, G. (2021) Active destruction of pyrite passivation by ozone oxidation of a biotic leaching system *Chemosphere*, 277, article № 130335. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85103312197&doi=10.1016%2fj.chemosphere.2021.130335&partnerID=40&md5=4874619c11f80ebdcada7fcae636e925> DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.130335

Magwaneng, R.S., Haga, K., Batnasan, A., Shibayama, A., Kosugi, M., Kawarabuki, R., Mitsuhashi, K., Kawata, M. (2018) Investigation of copper and iron recovery from copper ore by high pressure leaching. *International Journal of the Society of Material Engineering for Resources*, 23 (1), pp. 80-83. DOI: 10.5188/ijsmer.23.80

Magomedov D. R., Magad E., Ignatiev M. M., Koizhanova A. K., Dzhanabay zh. (2016) extraction of copper and precious metals from used copper piles of the Sayak deposit. Reference to the publication of

KIMS magazine. №4 Meadows N.E, Pollard D M. (1987) Oxidative lead chalcopyrite in a chloridesulphate lixivant // Res. and Dev Met., Austral. Inst. Mining and Met. - Adelaide Parkville, 1987. - P. 109-114.

Rept Invest. Effect of nonionic surfactants on chalkopyrite leaching under dump chemical conditions / P.Z. - 1991. - 9381. - P. 1-10.

Sariev, O., Dossekenov, M., Kelamanov, B., & Abdirashit A. (2020). High-carbon ferromanganese smelting on high-base slags. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources*, 315(4), 63–73. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.38>

Khalezov B. D.(1971) prospects for the possible use of bulk leaching for ores of the Kounrad deposit / non-ferrous metals.№ 6. - 85 P.

Zhou, Z., Ma, W., Liu, Y., Ge, S., Hu, S., Zhang, R., Ma, Y., Du, K., Syed, A., Chen, P. (2021) Potential application of a knowledgebase of iron metabolism of *Acidithiobacillusferrooxidans* as an alternative platform (2021) *Electronic Journal of Biotechnology*, 52, pp. 45-51. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106293715&doi=10.1016%2fj.ejbt.2021.04.003&partnerID=40&md5=6f4a0a3822814fb2328ec3a17a7c22e6> DOI: 10.1016/j.ejbt.2021.04.003

МАЗМҰНЫ

А.Б. Абдрахманова, А.Н. Сабитова, Н.М. Омарова ЛИТИЙ-ИОНДЫ АККУМУЛЯТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТРОЛИТТИК ЖҮЙЕЛЕРГЕ ШОЛУ.....	7
С. Айт, Ж.Ж. Тілепберген, У. Сұлтанбек, М. Жұрынов, А.Ф. Мифтахова α -САНТОНИННЫҢ Pt ЭЛЕКТРОДЫНДА ЭТАНОЛ ЖӘНЕ АЦЕТОНИТРИЛДІ ОРТАДА ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ТОТЫҒУЫН ЗЕРТТЕУ.....	22
Р.С. Алибеков, Г.Э. Орымбетова, М.К. Касымова, Э.М. Орымбетов, Ж.А. Абиш УЫТ ҚОСЫЛҒАН ҚАЙНАТЫЛҒАН ШҰЖЫҚТЫ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ҚАУІПТІ ФАКТОРЛАРДЫ ТАЛДАУ.....	37
М.Д. Даулетова, А.К. Үмбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И. Чаудхари, Н.Г. Гемеджиева <i>ATRAPHAXIS VIRGATA, ATRAPHAXIS PYRIFOLIA</i> ТЕКТЕС ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНІҢ МИНЕРАЛДЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН ШЫНАЙЫЛЫҒЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ.....	50
С.Д. Дузелбаева, Б.А. Касенова, З.С. Ахатова, С.Р. Конуспаев ЖҮН МАЙЫНЫҢ ҚҰРАМЫНА КІРЕТІН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ.....	61
М. Жылқыбек, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, М.К. Еркибаева, Г.Г. Ксандопуло МЕТАННЫҢ ТЕРЕҢ ТОТЫҒУЫНДАҒЫ ОКСИДТІ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ БЕЛСЕНДІ КОМПОНЕНТІНІҢ ФАЗАСЫН ТҰРАҚТАНДЫРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	71
Е. Ихсанов, Ю. Шевелева, Ю. Литвиненко <i>DATURASTRA MONIUM</i> -НЫҢ КЕЙБІР ҚОСЫЛЫСТАРЫН ЖӘНЕ БАКТЕРИЦИДТІК БЕКЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	84
Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, М.М. Абдибаева РЕГЕНЕРАТТЫҢ РЕЗИНА ҚОСПАЛАРЫ МЕН ОЛАРДЫҢ ВУЛКАНИЗАТТАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	96
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, А.Ж. Иманбаев, Г.Э. Орымбетова, М. Алтаева ВЕТЧИНА ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА ЖИДЕНІ ҚОЛДАНУ.....	105
А.К. Койжанова, А.Н. Бакраева, М.Б. Ерденева, Д.Р. Магомедов ҚАЗАҚСТАННЫҢ БАЛАНСТАН ТЫС МЫС КЕН ОРЫНДАРЫН ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	117
О.В. Рожкова, Муздыбаева Ш.А., К.Б. Мұсабеков, Д.М.К. Ибраимова, В.И. Рожков, М.Т. Ермеков ТАБИҒИ НАНОҚҰРЫЛЫМДЫҚ БЕЛСЕНДІ МИНЕРАЛДАР-БЕНТОНИТТИ ЗЕРТТЕУ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗARTU ҮШІН.....	138
Э.Т. Талғатов, Ф.У. Бухарбаева, А.М. Кенжеева, Г.Ф. Әбдігапбарова, Т.А. Аубакиров ФЕНИЛАЦЕТИЛЕНДІ ГИДРЛЕУДЕГІ ТИТАН ДИОКСИДІ МЕН МАГНИТТІК ТЕМІР ОКСИДІНЕ ОТЫРҒЫЗЫЛҒАН ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ: ТАСЫМАЛДАУШЫНЫҢ ФОТОКАТАЛИТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӘСЕРІ.....	157
А.С. Тукибаева, А. Баешов, Р.Абжалов, Д. Асылбекова, А. Есентаева ҚЫШҚЫЛ ОРТАДА ФОСФИННІҢ АНОДТЫ ТОТЫҒУ ПРОЦЕСІНЕ МЫС (II) ИОНДАРЫНЫҢ РӨЛІ.....	175
С. Тұрғанбай, С.Б. Айдарова, К.Б. Мусабеков, А.Б. Исаева, Д.А. Аргимбаев ИОНДЫҚ ЖӘНЕ ИОНСЫЗ БЕТТІК АКТИВТІ ЗАТТАРДЫҢ КҮКІРТ БЕТІНЕ ЖҰҒУ ӘСЕРІ.....	187
А.А. Шарипова, А.Б. Исаева, Я. Катона, А.А. Бабаев, Г.М. Мадыбекова, Р. Сарсембекова ЗЕИН/КАНИФОЛЬДІҢ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ КОЛЛОИДТЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ PH ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	199

СОДЕРЖАНИЕ

А.Б. Абдрахманова, А.Н. Сабитова, Н.М. Омарова ОБЗОР НА ЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.....	7
С. Айт, Ж.Ж. Тилеберген, У. Султанбек, М. Журинов, А.Ф. Мифтахова ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ α -САНТОНИНА НА Pt-ЭЛЕКТРОДЕ В СРЕДЕ ЭТАНОЛА И АЦЕТОНИТРИЛА.....	22
Р.С. Алибеков, Г.Э. Орымбетова, М.К. Касымова, Э.М. Орымбетов, Ж.А. Абиш АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕНОЙ КОЛБАСЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ СОЛОДА.....	37
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И Чаудхари, Н.Г. Гемеджиева СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТИ РАСТЕНИЙ РОДА <i>ATRAPHAXIS VIRGATA</i> , <i>ATRAPHAXIS PYRIFOLIA</i>	50
С.Д. Дузелбаева, Б.А. Касенова, З.С. Ахатова, С.Р. Конуспаев АНАЛИЗ ЖИРНЫХ КИСЛОТ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ШЕРСТНОГО ЖИРА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	61
М. Жылкыбек, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, М.К. Еркибаева, Г.Г. Ксандопуло ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ФАЗЫ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА ОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ГЛУБОКОМ ОКИСЛЕНИИ МЕТАНА.....	71
Е. Ихсанов, Ю. Шевелева, Ю. Литвиненко ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ И БАКТЕРИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ <i>DATURASTRA MONIUM</i>	84
Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, М.М. Абдибаева ВЛИЯНИЕ РЕГЕНЕРАТА НА СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И ИХ ВУЛКАНИЗАТОВ.....	96
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, А.Ж. Иманбаев, Г.Э. Орымбетова, М. Алтаева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЖИДА В ТЕХНОЛОГИИ ВЕТЧИНЫ.....	105
А.К. Койжанова, А.Н. Бакраева, М.Б. Ерденова, Д.Р. Магомедов ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБАЛАНСОВЫХ МЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА.....	117
О.В. Рожкова, Ш.А. Муздыбаева, К.Б. Мусабеков, Д.М-К. Ибраимова, В.И. Рожков, М.Т. Ермеков ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МИНЕРАЛОВ- БЕНТОНИТА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	138
Э.Т. Талгатов, Ф.У. Бухарбаева, А.М. Кенжеева, Г.Ф. Әбдігапбарова, Т.А. Аубакиров ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ, НАНЕСЕННЫЕ НА ДИОКСИД ТИТАНА И МАГНИТНЫЙ ОКСИД ЖЕЛЕЗА, В ГИДРИРОВАНИИ ФЕНИЛАЦЕТИЛЕНА: ВЛИЯНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОСИТЕЛЯ.....	157
А. Тукибаева, А. Башов, Р. Абжалов, Д. Асылбекова, А. Есентаева РОЛЬ ИОНОВ МЕДИ (II) В ПРОЦЕССЕ АНОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ ФОСФИНА В КИСЛОЙ СРЕДЕ.....	175
С. Турганбай, С.Б. Айдарова, К.Б. Мусабеков, А.Б. Исаева, Д.А. Аргимбаев ВЛИЯНИЕ ИОННЫХ И НЕИОННЫХ ПАВ НА СМАЧИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СЕРЫ.....	187
А.А. Шарипова, А.Б. Исаева, Я. Катона, А.А. Бабаев, Г.М. Мадыбекова, Р. Сарсембекова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ pH НА КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ ЗЕИН/КАНИФОЛЬ.....	199

CONTENTS

A.B. Abdrakhmanova, A.N. Sabitova, N.M. Omarova A REVIEW ON ELECTROLYTIC SYSTEMS FOR LITHIUM-ION BATTERIES.....	7
S. Ait, Zh.Zh. Tilebergen, U. Sultanbek, M. Zhurinov, A.F. Miftakhova STUDY OF THE ELECTROCHEMICAL OXIDATION OF α -SANTONINE ON A Pt-ELECTRODE IN ETHANOL AND ACETONITRILE MEDIUM.....	22
R.S. Alibekov, G.E. Orymbetova, M.K. Kassymova, E.M. Orymbetov, Zh.A. Abish ANALYSIS OF HAZARDOUS FACTORS IN THE PRODUCTION OF BOILED SAUSAGE WITH ADDED MALT.....	37
M.D. Dauletova, A.K. Umbetova, G.Sh. Burasheva, M.I. Chaudhari, N.Zh. Gemedieva COMPARATIVE STUDY OF MINERAL COMPOSITION AND GOOD QUALITY OF PLANTS OF THE GENUS <i>ATRAPHAXIS VIRGATA</i> , <i>ATRAPHAXIS PYRIFOLIA</i>	50
S. Duzelbayeva, B. Kassenova, Z. Akhatova, S. Konuspayev ANALYSIS OF FATTY ACIDS INCLUDED IN WOOL FAT AND THEIR DISCUSSION.....	61
M. Zhylykybek, T.S. Baizhumanova, S.A. Tungatarova, M.K. Erkibaeva, G.G.Xanthopoulou REGULARITIES OF STABILIZATION OF THE ACTIVE COMPONENT OF OXIDE CATALYSTS IN DEEP OXIDATION OF METHANE.....	71
Y. Ikhsanov, A.S. Shevchenko, Yu. Litvinenko STUDY OF SOME COMPOUNDS AND BACTERICIDAL ACTIVITY OF <i>DATURA STRA</i> <i>MONIUM</i>	84
G.N. Kalmatayeva, G.F. Sagitova, V.I. Trusov, S.A. Sakibayeva, D.D. Asylbekova, M.M. Abdibayeva THE EFFECT OF REGENERATE ON THE PROPERTIES OF RUBBER COMPOUNDS AND THEIR VULCANIZATES.....	96
M.K. Kassymova, R.S. Alibekov, A.Zh. Imanbayev, G. Orymbetova, M. Altayeva USE OF JIDA IN HAM TECHNOLOGY.....	105
A. Koizhanova, A. Bakrayeva, M. Yerdenova, D. Magomedov INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY OF HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF OFF-BALANCE COPPER DEPOSITS IN KAZAKHSTAN.....	117
O.V. Rozhkova, Sh.A. Muzdybayeva, K.B. Musabekov, D.M-K. Ibraimova, V.I. Rozhkov, M.T. Yermekov RESEARCH OF ACTIVATE NATURAL NANOSTRUCTURAL MINERALS-BENTONITE USED FOR WASTEWATER TREATMENT.....	138
E.T. Talgatov, F.U. Bukharbayeva, A.M. Kenzheyeva, G.G. Abdigapbarova, T.A. Aubakirov PALLADIUM CATALYSTS DEPOSITED ON TITANIUM DIOXIDE AND MAGNETIC IRON OXIDE IN THE HYDROGENATION OF PHENYLACETYLENE: INFLUENCE OF PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF THE SUPPORT.....	157
A. Tukibayeva, A. Bayeshov, R. Abzhalov, D.D. Asylbekova, A. Yessentayeva THE ROLE OF COPPER (II) IONS IN THE PROCESS OF ANODIC OXIDATION OF PHOSPHINE IN AN ACIDIC MEDIUM.....	175
S. Turganbay, S.B. Aidarova, K.B. Musabekov, A.B. Issayeva, D. Argimbayev EFFECT OF IONIC AND NONIONIC SURFACTANTS ON WETTING OF SULFUR SURFACE.....	187
A.A. Sharipova, A.B. Issayeva, J. Katona, A.A. Babayev, G.M. Madybekova, R. Sarsembekova INVESTIGATION OF THE PH EFFECT ON THE COLLOIDAL-CHEMICAL PROPERTIES OF COMPOSITE ZEIN/ROSIN NANOPARTICLES.....	199

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 30.09.2023.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.