

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
2 (463)

APRIL – JUNE 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Editor in chief:

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

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the International Scientific and Production Holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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, 2025

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Бас редактор:

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

Редакция алқасы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«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.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2025

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«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.

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

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2025

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

CONTENTS

CHEMISTRY

A. Abdullin, N. Zhanikulov, A. Bailen, A. Sviderskiy, M. Kaiyrbaeva THERMODYNAMIC ANALYSIS OF REACTIONS OCCURRING IN THE PROCESS OF FRIT FORMATION OF ZINC PHOSPHATE CEMENT.....	11
B.B. Akimbekova, A. Karilkhan, A.A. Zhorabek, A.A. Amirkhan THE INFLUENCE OF REAGENTS WITH REDOX PROPERTIES ON SELECTIVE FLOTATION.....	23
S. Bayazit, A. Zazybin, Murat Aydemir SYNTHESIS AND PHARMACOLOGY OF KAZCAINE AND OTHER 4-ETHYNYL PIPERIDINE DERIVATIVES: A REVIEW.....	39
K.T. Botabekova, S.B. Amangaliyeva, A.K. Kipchakbayeva PHOTOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF PLANT <i>PHLOMIS TUBEROSA</i>	57
A. Zhanzhaxina, Zh. Ibatayev, A. Ashirbek ARTEMISIA PROCERIFORMIS L. (<i>ARTEMISIA ABROTANUM</i>): LITERATURE REVIEW ON CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY.....	69
B. Imangaliyeva, B. Dossanova, A. Apendina, S. Duzelbayeva, N. Sultanov DETERMINATION OF TANNINS IN MEDICINAL PLANTS.....	86
A. Kassen, Ye. Ussipbekova, G. Suleimenova, A. Dauletbay MEMBRANE SEPARATOR PROPERTIES FOR POLYMER-BASED BATTERIES.....	104
N.B. Kassenova, R.Sh. Erkassov, S.K. Makhanova, R.N. Azhigulova, R. Bayarbolat IR SPECTROSCOPY AS A METHOD FOR STUDYING THE STABILITY AND REACTIVITY OF TETRANUCLEAR IRON(II) COMPLEXES.....	119
R.M. Kudaibergenova, A.N. Nurlybayeva, S.Z. Mateeva, K.B. Bulekbayeva, G.A. Seitbekova STUDY OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF HIGHLY DISPERSED ELECTROCORUNDUM.....	131
A.Kh. Kussainova, B.M. Kudaibergenova, A.M. Malikova, G.A. Aldibekova DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS WITH AN EXTRACT OF SEA BUCKTHORN (<i>HIPPOPHAË RHAMNOIDES</i> L.).....	143

N. Merkhatusly, A.N. Iskanderov, S.B. Abeuova, A.N. Iskanderov, A.O. Bulumbaeva SYNTHESIS AND PHOTOPHYSICAL PROPERTIES OF CONJUGATED N,N-DIPHENYLANILYNILAZULENES.....	157
G. Mukusheva, N. Toigambekova, N. Bazarnova, M. Nurmaganbetova, A. Abdraim OBTAINING NEW DERIVATIVES OF THE ALKALOID QUININE AND STUDYING THEIR ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY.....	169
N.Zh. Mukhamediyarov, N.N. Nurgaliev, A.A. Ualikhanov, A.N. Sabitova, N.A. Aitkazin CURRENT STATE OF WASTE FROM METALLURGICAL PRODUCTION IN SOUTH KAZAKHSTAN AND PROSPECTS FOR THEIR PROCESSING.....	183
K.T. Mukhanbetzhanova, N.A. Satybaeva, K. Kuptleuova POLYMER-COLLOIDAL COMPLEX NEW BINDING MATERIAL FOR MAKING MOULDS AND RODS.....	198
G. Ormanova, A. Anarbayev, B. Kabylbekova, N. Anarbayev STUDY OF THE FILTRATION RATE OF GYPSUM FROM SODIUM CHLORIDE SOLUTIONS.....	214
R.K. Rakhmetullayeva, M. Abutalip, B.M. Bayanbayev, A.M. Abukhan, N.B. Sarova EXTRACTION OF WOOD-POLYMER COMPOSITES FROM POLYMER WASTE.....	228
B.B. Ryskulbek, Yu.B. Abdussametova, M.A. Dyusebaeva, N.A. Ibragimova, G.E. Berganayeva COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN THE ROOTS AND LEAVES OF ARCTIUM LAPPA.....	243
A. Tukibayeva, A. Bayeshov, D. Asylbekova, G. Adyrbekova, N. Kalieva STUDY OF ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF PHOSPHINE IN AQUEOUS SOLUTIONS.....	260
O.S. Kholkin, N.S. Ivanov, I.E. Adelbayev, A.B. Bayeshov, M. Zhurinov FORMATION OF ZIRCONIUM DIOXIDE BY ELECTROCHEMICAL DISSOLUTION OF ZIRCONIUM BY AC CURRENT IN ACIDIC MEDIA.....	274

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ

А. Абдуллин, Н. Жаникулов, А. Байлен, А. Свидерский, М. Қайырбаева МЫРЫШ ФОСФАТТЫ ЦЕМЕНТТІҢ ФРИТТ ТҮЗІЛУ ПРОЦЕСІНДЕ ЖҮРЕТІН РЕАКЦИЯЛАРДЫ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУ.....	11
Б.Б. Акимбекова, А. Карилхан, А.А. Жорабек, А. Амирхан ТОТЫҚТЫРҒЫШ-ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРҒЫШ ҚАСИЕТТЕРГЕ ИЕ РЕАГЕНТТЕРДІҢ СЕЛЕКТИВТІ ФЛОТАЦИЯҒА ӘСЕРІ.....	23
С. Баязит, А. Зазыбин, Мурат Айдемир ҚАЗКАИН ЖӘНЕ БАСҚА ДА 4-ЭТИНИЛПИПЕРИДИН ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ МЕН ФАРМАКОЛОГИЯСЫ: ШОЛУ МАҚАЛАСЫ.....	39
К.Т. Ботабекова, С.Б. Амангалиева, А.К. Кипчакбаева PHLOMIS TUBEROSA ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	57
А. Жанжаксина, Ж. Ибатаев, А. Әшірбек ARTEMISIA PROCERIFORMIS L. (<i>ARTEMISIA ABROTANUM</i>): ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ БОЙЫНША ӘДЕБИ ШОЛУ.....	69
Б. Имангалиева, Б. Досанова, А. Апендина, С. Дузелбаева, Н. Сұлтанов ДӘРІЛІК ӨСІМДІКТЕРДЕГІ ІЛК ЗАТТАРДЫ АНЫҚТАУ.....	86
А. Касен, Е. Усипбекова, Г. Сулейменова, А. Даулетбай ПОЛИМЕРЛЕР НЕГІЗІНДЕГІ БАТАРЕЯЛАРҒА АРНАЛҒАН МЕМБРАНА-СЕПАРАТОР ҚАСИЕТТЕРІ.....	104
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов, С.К. Маханова, Р.Н. Ажигулова, Р. Баярболат ИҚ — СПЕКТРОСКОПИЯ ТЕТРАЯДРОЛЫ ТЕМІР (II) КЕШЕНДЕРІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ МЕН РЕАКЦИЯЛЫҚ ҚАБІЛЕТІН ЗЕРТТЕУ ӘДІСІ РЕТІНДЕ.....	119
Р.М. Кудайбергенова, А.Н. Нурлыбаева, С.З. Матеева, К.Б. Булекбаева, Г.А. Сейтбекова ЖОҒАРЫ ДИСПЕРСТІ ЭЛЕКТРОКОРУНДТЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	131
А.Х. Кусайнова, Б.М. Кудайбергенова, А.М. Маликова, Г.А. Алдибекова ҚҰРАМЫНА ОБЛЕПИХА (<i>PIRRORHÆ RHAMNOIDES L.</i>) ЭКСТРАКТЫ	

ҚОСЫЛҒАН ПОЛИМЕРЛІК КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ДАЙЫНДАУ.....	143
Н. Мерхатұлы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, А.О. Бұлумбаева ҚОСАРЛАНҒАН N,N-ДИФЕНИЛАНИЛИНАЗУЛЕНДЕРДІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ФОТОФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	157
Г. Мукушева, Н. Тойгамбекова, Н. Базарнова, М. Нурмағанбетова, А. Абдраим ХИНИН АЛКАЛОИДЫНЫҢ ЖАҢА ТУЫНДЫЛАРЫН АЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАБЫНУҒА ҚАРСЫ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	169
Н.Ж. Мухамедияров, Н.Н. Нурғалиев, А.А. Уалиханов, А.Н. Сабитова, Н.А. Айтказин ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МЕТАЛЛУРГИЯ ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ӨНДЕУДІҢ БОЛАШАҒЫ.....	183
К.Т. Муханбетжанова, Н.А. Сатыбаева, К.Т. Куптлеуова ПОЛИМЕРНО-КОЛЛОИДНЫЙ КОМПЛЕКС — НОВЫЙ СВЯЗУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ.....	198
Г. Орманова, А. Анарбаев, Б. Кабылбекова, Н. Анарбаев НАТРИЙ ХЛОРИДІ ЕРІТІНДІЛЕРІНЕН ГИПСТІ СҮЗУ ЖЫЛДАМДЫҒЫН ЗЕРТТЕУ.....	214
Р.К. Рахметуллаева, М. Әбутәліп, Б.М. Баянбаев, А.М. Абухан, Н.Б. Сарова ПОЛИМЕР ҚАЛДЫҚТАРЫНАН АҒАШ-ПОЛИМЕРЛІ КОМПОЗИТТЕРДІ АЛУ.....	228
Б.Б. Рысқұлбек, Ю.Б. Абдусаметова, М.А. Дюсебаева, Н.А. Ибрагимова, Г.Е. Берганаева ARSTIUM LAPPA ТАМЫРЫ МЕН ЖАПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ.....	243
А. Тукибаева, А. Басшов, Д. Асылбекова, Г. Адырбекова, Н. Калиева ФОСФИННІҢ СУЛЫ ЕРІТІНДЕРДЕГІ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	260
О.С. Холкин, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, Ә.Б. Басшов, М. Жұрынов ҚЫШҚЫЛДЫ ОРТАДА АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ЦИРКОНИЙДІ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЕРІТУ АРҚЫЛЫ ЦИРКОНИЙ ДИОКСИДІН АЛУ....	274

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

А. Абдуллин, Н. Жаникулов, А. Байлен, А. Свидерский, М. Кайырбаева ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИЙ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ФРИТТООБРАЗОВАНИЯ ЦИНК ФОСФАТНОГО ЦЕМЕНТА.....	11
Б. Акимбекова, А. Карилхан, А.А. Жорабек, А. Амирхан ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЕКТИВНУЮ ФЛОТАЦИЮ РЕАГЕНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	23
С. Баязит, А. Зазыбин, Мурат Айдемир СИНТЕЗ И ФАРМАКОЛОГИЯ КАЗКАИНА И ДРУГИХ ПРОИЗВОДНЫХ 4-ЭТИНИЛПИПЕРИДИНА: ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ.....	39
К.Т. Ботабекова, С.Б. Амангалиева, А.К. Кипчакбаева ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ RHIZOMA TUBEROSA.....	57
А. Жанжаксина, Ж. Ибатаев, А. Аширбек ARTEMISIA PROCERIFORMIS L. (<i>ARTEMISIA ABROTANUM</i>): ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ.....	69
Б. Имангалиева, Б. Досанова, А. Апендина, С. Дузелбаева, Н. Султанов ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ.....	86
А. Касен, Е. Усипбекова, Г. Сулейменова, А. Даулетбай СВОЙСТВА МЕМБРАНЫ-СЕПАРАТОРА ДЛЯ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ.....	104
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов, С.К. Маханова, Р.Н. Ажигулова, Р. Баярболат ИК – СПЕКТРОСКОПИЯ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕТРАЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗА (II).....	119
Р.М. Кудайбергенова, А.Н. Нурлыбаева, С.З. Матеева, К.Б. Булекбаева, Г.А. Сейтбекова ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ЭЛЕКТРОКОРУНДА.....	131

А.Х. Кусаинова, Б.М. Кудайбергенова, А.М. Маликова, Г.А. Алдибекова РАЗРАБОТКА СОСТАВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭКСТРАКТОМ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (<i>HIPPOPHAE RHAMNOIDES L.</i>).....	143
Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров СИНТЕЗ И ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОПРЯЖЕННЫХ N, N ДИФЕНИЛАНИЛИНИЛАЗУЛЕНОВ.....	157
Г. Мукушева, Н. Тойгамбекова, Н. Базарнова, М. Нурмаганбетова, А. Абдраим ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АЛКАЛОИДА ХИНИНА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ.....	169
Н.Ж. Мухамедияров, Н.Н. Нургалиев, А.А. Уалиханов, А.Н. Сабитова, Н.А. Айтказин СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ.....	183
К.Т. Муханбетжанова, Н.А. Сатыбаева, К.Т. Куптлеуова ПОЛИМЕРНО-КОЛЛОИДНЫЙ КОМПЛЕКС — НОВЫЙ СВЯЗУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ.....	198
Г. Орманова, А. Анарбаев, Б. Кабылбекова, Н. Анарбаев ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ФИЛЬТРОВАНИЯ ГИПСА ИЗ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ.....	214
Р.К. Рахметуллаева, М. Абуталип, Б.М. Баянбаев, А.М. Абухан, Н.Б. Сарова ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ.....	228
Б.Б. Рыскулбек, Ю.Б. Абдусаметова, М.А. Дюсебаева, Н.А. Ибрагимова, Г.Е. Берганаева СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КОРНЯХ И ЛИСТЯХ ARSTIUM LAPPA.....	245
А. Тукибаева, А. Башов, Д. Асылбекова, Г. Адырбекова, Н. Калиева ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОСФИНА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.....	260
О.С. Холкин, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, А.Б. Башов, М. Журинов ПОЛУЧЕНИЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ РАСТВОРЕНИЕМ ЦИРКОНИЯ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ В КИСЛОЙ СРЕДЕ.....	274

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2. Number 463 (2025), 183–197

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1491.290>

УДК 66.0: 543.51[691.72: 7.023.1-032.4

© **N.Zh. Mukhamediyarov^{1*}, N.N. Nurgaliev¹, A.A. Ualikhanov¹, A.N. Sabitova¹,
N.A. Aitkazin², 2025.**

¹Shakarim University, Kazakhstan, Semey;

²TOO «Central Asia Mining Co», Kazakhstan, Shymkent.

E-mail: *nurlan.eventumlab@gmail.com

CURRENT STATE OF WASTE FROM METALLURGICAL PRODUCTION IN SOUTH KAZAKHSTAN AND PROSPECTS FOR THEIR PROCESSING

Mukhamediyarov Nurlan Zhumagazyevich — PhD student of the 1st year of the NJSC "Shakarim University of Semey", Semey, Kazakhstan,

E-mail: nurlan.eventumlab@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-5978>;

Alfira Nurzhanovna Sabitova — Head of the Department of «Chemistry and Ecology» of the NJSC "Shakarim University of Semey", PhD, Semey, Kazakhstan,

E-mail: alfa-1983@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>;

Nurgaliyev Nurzhan Nurlybekovich — Associate Professor of the Department of «Chemistry and Ecology» of the NJSC "Shakarim University of Semey", PhD, Semey, Kazakhstan,

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

Ualikhanov Asylan Aidinovich — PhD student of the 1st year of the NJSC "Shakarim University of Semey", Semey, Kazakhstan,

E-mail: icetea3221337@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-0405-1027>;

Aitkazin Nurbol Amangazyevich — Coordinator of the Chemical-Analytical Laboratory of TOO "Central Asia Mining Co", Shymkent, Kazakhstan,

E-mail: Aitkazin88@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3360-7998.

Abstract. The processing of metallurgical waste in Kazakhstan remains a significant and urgent issue, especially considering the accumulated volumes of materials such as slags, dust, and sludge formed over decades of industrial activity. One notable example is the former Shymkent lead plant, whose operations produced massive slag heaps containing a wide range of non-ferrous, rare earth, and precious metals. The absence of an effective waste recycling system has led to increasing environmental pressure, including soil and water contamination by heavy metals. The purpose of this study is to assess the elemental composition of slags for the potential recovery of non-ferrous, precious, and rare earth metals. Analyses were conducted using mass spectrometry and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, identifying more than 40 chemical elements. Results indicated that initial slags contain up to 5,100 mg/kg of copper and up to 260,000 mg/kg of iron. The concentrates obtained from slags show

higher economic value, with copper reaching 140,000 mg/kg and iron 280,000 mg/kg, along with small amounts of precious metals such as gold (5.3 mg/kg) and palladium (1.5 mg/kg). Rare earth elements were also found, including lanthanum (8.2 mg/kg), neodymium (11 mg/kg), and cerium (25 mg/kg). Thus, processing this waste can not only reduce environmental harm but also enable the recovery of critical metals in demand across various industrial sectors.

Keywords: recycling of waste, non-ferrous metals, precious metals, rare earth elements, slags, concentrate

© Н.Ж. Мухамедияров^{1*}, Н.Н. Нурғалиев¹, А.А. Уалиханов¹, А.Н. Сабитова¹,
Н.А. Айтқазин², 2025.

¹Шәкәрім атындағы университет, Семей, Қазақстан;

²ТОО «Central Asia Mining Co», Шымкент, Қазақстан.

E-mail: *nurlan.eventumlab@gmail.com

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МЕТАЛЛУРГИЯ ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ӨНДЕУДІҢ БОЛАШАҒЫ

Мухамедияров Нурлан Жумағазыұлы — «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 1-курс PhD докторанты, Семей, Қазақстан,
E-mail: nurlan.eventumlab@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-5978>;

Сабитова Альфира Нұржанқызы — «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Химия және экология» кафедрасының меңгерушісі, PhD, Семей, Қазақстан,

E-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>;

Нұрғалиев Нұржан Нұрлыбекұлы — доцент, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы «Химия және экология» кафедрасының профессоры, PhD, Семей, Қазақстан,

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

Уалиханов Асылан Айдинович — «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 1-курс PhD докторанты, Семей, Қазақстан,
E-mail: icetea3221337@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-0405-1027>;

Айтқазин Нұрбол Аманғазыұлы — «Central Asia Mining Co» ЖШС химиялық-аналитикалық зертханасының үйлестірушісі, Шымкент, Қазақстан,
E-mail: Aitkazin88@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3360-7998.

Аннотация. Қазақстанда металлургиялық қалдықтарды қайта өңдеу – ондаған жылдар бойы ірі өндірістік кәсіпорындардың қызметі нәтижесінде жиналған шлак, шаң және лай тәрізді материалдардың көлемін ескере отырып, аса маңызды және өзекті мәселе болып қала береді. Осындай айқын мысалдардың бірі – бұрынғы Шымкент қорғасын зауыты, оның қызметі барысында түрлі түсті, сирек жер және бағалы металдарды қамтитын көп тонна шлак үйінділері түзілген. Мұндай қалдықтарды тиімді қайта өңдеу жүйесінің болмауы ауыр металдармен топырақ пен су айдындарының ластануына әкеліп, қоршаған ортаға антропогендік қысымның артуына себеп болып отыр. Осы зерттеудің мақсаты – металлургиялық

шлактардың элементтік құрамын бағалап, олардан түсті, бағалы және сирек жер металдарын екінші реттік жолмен бөліп алу мүмкіндігін анықтау. Бұл мақсатта индуктивті байланысқан плазмамен масс-спектрометрия (ICP-MS) және атом-эмиссиялық спектрометрия (ICP-AES) әдістері қолданылып, 40-тан астам химиялық элемент анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша бастапқы шлактарда мыс мөлшері 5100 мг/кг-ге, ал темір – 260 000 мг/кг-ге дейін жететіні анықталды. Қайта өңделген концентраттарда бұл көрсеткіштер айтарлықтай жоғары: мыс – 140 000 мг/кг, темір – 280 000 мг/кг. Сонымен қатар, алтын (5,3 мг/кг) және палладий (1,5 мг/кг) секілді бағалы металдар анықталды. Сондай-ақ, лантан (8,2 мг/кг), неодим (11 мг/кг) және церий (25 мг/кг) сияқты сирек жер элементтері де концентраттар құрамында тіркелді. Осылайша, өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу экологиялық жүктемені азайтып қана қоймай, ел экономикасының түрлі салаларында қажет стратегиялық маңызы бар металдарды өндірудің жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Түйін сөздер: қалдықтарды қайта өңдеу, түсті металдар, бағалы металдар, сирек жер элементтері, шлактар, концентрат

© Н.Ж. Мухамедияров^{1*}, Н.Н. Нурғалиев¹, А.А. Уалиханов¹,
А.Н. Сабитова¹, Н.А. Айтказин², 2025.

¹Shakarim university, Семей, Казахстан;

²ТОО «Central Asia Mining Co», Шымкент, Казахстан.

E-mail: nurlan.eventumlab@gmail.com

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Мухамедияров Нурлан Жумагазыевич — PhDдокторант 1го курса НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Семей, Казахстан,

E-mail: nurlan.eventumlab@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-5978>;

Сабитова Альфира Нуржановна — PhD, Заведующий кафедры «Химия и экология» НАО

"Университет имени Шакарима города Семей", Семей, Казахстан,

E-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>;

Нурғалиев Нуржан Нурлыбекович — PhD, ассоц. профессор кафедры «Химии и экологии» НАО

"Университет имени Шакарима города Семей", Семей, Казахстан,

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

Уалиханов Асылан Айдинович — PhD докторант 1 курса НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Семей, Казахстан,

E-mail: icetea3221337@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-0405-1027>;

Айтказин Нурбол Амангазыевич — координатор химико-аналитической лаборатории ТОО «Central Asia Mining Co», Шымкент, Казахстан,

E-mail: Aitkazin88@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3360-7998.

Аннотация. Переработка металлургических отходов в Казахстане остаётся важной и актуальной задачей, особенно с учётом накопленных объёмов таких материалов, как шлаки, пыль и шламы, образовавшихся за десятилетия

функционирования крупных промышленных предприятий. Одним из характерных примеров является бывший Шымкентский свинцовый завод, деятельность которого сопровождалась образованием многотонных шлакоотвалов, содержащих широкий спектр цветных, редкоземельных и драгоценных металлов. Отсутствие эффективной системы переработки подобных отходов способствует усилению антропогенного воздействия на окружающую среду, включая загрязнение почв и водоёмов тяжёлыми металлами. Целью настоящего исследования является оценка элементного состава шлаков для последующего вторичного извлечения цветных, драгоценных и редкоземельных металлов. Для этого были проведены анализы с применением методов масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, позволившие выявить более 40 химических элементов. Результаты показали, что в исходных шлаках содержание меди достигает 5100 мг/кг, железа — до 260 000 мг/кг. Концентраты, полученные из шлаков, обладают более высокой экономической ценностью благодаря высоким показателям, так содержание меди доходит до 140000 мг/кг, железа до 280 000 мг/кг, а также небольшое количество драгоценных металлов, таких как золото (5,3 мг/кг) и палладий (1,5 мг/кг). Кроме того, в концентратах обнаружены редкоземельные элементы, включая лантан (8,2 мг/кг), неодим (11 мг/кг) и церий (25 мг/кг). Таким образом, переработка отходов не только снижает экологическую нагрузку, но и открывает перспективы для извлечения стратегически важных металлов, востребованных в различных секторах экономики страны.

Ключевые слова: переработка отходов, цветные металлы, драгоценные металлы, редкоземельные элементы, шлаки, концентрат.

Введение. Вопрос переработки металлургических отходов в Казахстане остается актуальным. Как один из крупнейших производителей металлургической продукции, страна сталкивается с накоплением значительных объемов отходов, таких как шлаки, пыль и шламы. В настоящее время перерабатывается лишь 25–35% этих материалов, что способствует их накоплению на полигонах и увеличению нагрузки на экологию страны (Shevko, 2024). Хотя на некоторых предприятиях, таких как Карагандинский металлургический комбинат, уже используются технологии извлечения таких компонентов, как золото, медь, цинк, никель и редкоземельные элементы (Arkhipov, et al, 2017; Kenzhaliyev, 2019; Sagdeyeva, 2014), комплексные и масштабные методы переработки в целом по Казахстану остаются недостаточно развитыми. Проблема усугубляется отсутствием эффективных систем их извлечения и повторного вовлечения в промышленный цикл, что противоречит принципам ресурсосбережения и устойчивого развития.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью реализации перехода к циркулярной экономике, при которой металлургические отходы рассматриваются как вторичное сырьё, подлежащее переработке и повторному использованию. Это особенно важно в условиях сохранности природных ресурсов, повышения требований к экологической безопасности, а также в контексте декарбонизации и «зелёной» трансформации промышленности. В то же

время внедрение технологий вторичного извлечения металлов позволяет снизить затраты на добычу первичного сырья, уменьшить объёмы захоронения отходов и снизить риски загрязнения почв и водных объектов тяжёлыми металлами.

Бывший Шымкентский свинцовый завод, как представитель металлургического предприятия Южного Казахстана, оставил после себя большое количество отходов. Так, во время Великой Отечественной войны на заводе выпускали до 70% свинца, необходимого для нужд Советского Союза, что было крайне важно для военной промышленности. Эти отходы, содержащие свинец, кадмий и другие металлы, представляют собой не только экологическую опасность, но и ресурсный потенциал, способный внести вклад в развитие ресурсосберегающей экономики. В мировой практике переработка металлургических отходов является важной задачей, направленной на повышение ресурсной эффективности и минимизацию экологических последствий (Reuter, et al, 2013; Kenzhaliyev, et al, 2024). В этом контексте достижения в области гидрометаллургических и пирометаллургических процессов стали ключевыми для повышения эффективности восстановления металлов. Так, работы (Tzanetakis, et al, 2007; Shen, et al, 2003) демонстрируют, как передовые методы выщелачивания улучшают извлечение меди, в то время как исследования в работе (Borra, et al, 2016) показывают эффективность пирометаллургических методов для восстановления цинка и свинца из отходов сталеплавильного производства. Также следует отметить, что особое внимание уделяется гранулометрическому составу перерабатываемых шлаков, поскольку размер частиц влияет на эффективность извлечения металлов при флотации, выщелачивании и других методах обогащения. Метод флотации остаётся одним из наиболее селективных и промышленных способов извлечения цветных и драгоценных металлов из шлаков (Roy, et al, 2015; Tian, et al, 2021). Помимо флотации, в мировой практике применяются и другие методы — рентгенофлуоресцентная сортировка, магнитная сепарация, биовыщелачивание, что подчёркивает мультидисциплинарный характер современных подходов к переработке техногенных минеральных образований. (Karimov, et al, 2021; Kölling, et al, 2024, Marwa, et al, 2023, Pereira, et al, 2025). Эти примеры подчеркивают, что переход к циркулярной экономике требует активного вовлечения отходов в производственные циклы, что поддерживает уменьшение объемов полигонных отходов и создает основу для промышленного роста (Oterdoom, et al, 2019). Таким образом, шлак бывшего Шымкентского свинцового завода накопившегося в шлакоотвалах предприятия, представляет собой большой интерес для вторичной переработки благодаря содержанию ценных металлов и возможности его последующего использования в строительной отрасли.

Целью данного исследования является оценка содержания элементного состава шлаков для последующего вторичного извлечения цветных, драгоценных и редкоземельных металлов. Это позволит не только минимизировать экологические последствия, связанные с накоплением отходов, но и повысить экономическую ценность шлака за счет извлечения ценных компонентов.

Объекты и методы исследования. Для осуществления поставленной выше

цели были отобраны образцы шлака из шлакоотвала бывшего Шымкентского свинцового завода весом ~30 кг. Пробы шлаков отбирались согласно ГОСТу 28168-89 "Отбор проб почвы". Отбор проб отходов производился методом укола с глубиной 0-5 см на площади 100 см² (GOST 28168-89 "Otbor prob pochvy"). Далее пробы были отправлены в лабораторию в отдельно расфасованном, герметично упакованном виде во избежание перекрестного загрязнения и промаркированы. После получения пробы много раз перемешивали на чистой поверхности с помощью лопатки и в итоге получили необходимый нам комбинированный вид (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Образец шлака, отправленный в лабораторию НАО "Университет имени Шакарима города Семей"

Отобранные пробы шлака весом не менее 10 кг просушивались на воздухе до воздушно-сухого веса. Влажные пробы сушились в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 3-6 часов. Воздушно - сухие пробы отходов металлургических производств просеивались через сито (полиамидное) с диаметром отверстий 1 мм. Методом квартования отбирался образец массой 600 г и истирался на вибростенде СВУ-2 в течение 20 минут. Далее отбирали методом квартования из перемолотого гомогенного образца конечную навеску для анализа массой 5 г.

Для определения валового состава химических элементов проводили полное кислотное разложение данных образцов в тefлоновых стаканах согласно методическим указаниям (Metodika kolichestvennogo khimicheskogo analiza, 2011).

Растворение образцов проводили в тefлоновых стаканах. Масса каждого образца составляла 100 мг. В каждой партии вместе с анализируемыми растворами проводили разложение одного контрольного образца, а также одного стандартного образца. В каждый тefлоновый стакан перед началом разложения добавляли по 0,1 см³ растворов, содержащих по 8 мкг/дм³ ¹⁴⁶Nd, 5 мкг/дм³ ¹⁶¹Dy и 3 мкг/дм³ ¹⁷⁴Yb. Одновременно в чистый тубус также вносили по 0,1 см³ растворов, содержащих по 8 мкг/дм³ ¹⁴⁶Nd, 5 мкг/дм³ ¹⁶¹Dy и 3 мкг/дм³ ¹⁷⁴Yb добавили по 0,5 см³ HNO₃ и

использовали для контроля за стадией растворения по методу «введено-найдено».

В тефлоновых стаканах образцы смачивали несколькими каплями воды для лабораторного анализа и добавляли $0,5 \text{ см}^3 \text{ HClO}_4$, $3 \text{ см}^3 \text{ HF}$ и $0,5 \text{ см}^3 \text{ HNO}_3$. Стаканы ставили на плитку, закрывали тефлоновыми крышками типа «часовое стекло» и прогревали в течение 30 минут при температуре 130°C . Затем крышки снимали и растворы упаривали до появления интенсивных белых паров хлорной кислоты при температуре $170\text{-}180^\circ\text{C}$.

Обмывали стенки охлажденных стаканов 2 см^3 воды и полученные растворы снова упаривали до влажных солей. Затем в каждый стакан добавляли по $2 \text{ см}^3 \text{ HCl}$ и $0,2 \text{ см}^3 0,1 \text{ М}$ раствора H_3BO_3 и растворы упаривали до объема $0,7 \text{ см}^3$. Полученные растворы перенесли в полипропиленовые тубусы, добавили $0,2 \text{ см}^3$ раствора, содержащего $1 \text{ мкг/дм}^3 \text{ In}$ (внутренний стандарт), и довели объем полученных растворов деионизованной водой до 20 см^3 . Непосредственно перед анализом все растворы, полученные после кислотного разложения, разбавили в 5 раз деионизованной водой. Разбавление проб проводили с использованием дозатора с одноразовыми наконечниками или при помощи мерных пипеток и бюретки.

Проведение аналитических работ. Определение содержания химических элементов проводился методами масс-спектрометрии (ИСП-МС) и атомно-эмиссионной спектрометрии (ИСП-АЭС) с индуктивно-связанной плазмой с использованием квадрупольного масс-спектрометра Agilent – 7700х фирмы «Agilent Technologies», а также атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой «iCAP 6300 Duo» фирмы Thermo Scientific

Для построения калибровочных графиков использовались мультиэлементные стандартные растворы: Quantum 14 и IV-ICPMS-71A. Контроль качества измерений осуществлялся путём измерения калибровочного раствора через каждые 10 проб. При неудовлетворительном результате калибровки (отклонение калибровочного графика на 8-10%) проводилась перекалибровка прибора, при которой учитывались новые параметры фона.

Анализ был выполнен в соответствии со стандартной методикой ISO 17294-2:2003 (Е). Экспериментальные данные обрабатывались с использованием вариационно-статистического, корреляционного и регрессионного методов, применяемых программ STATISTICA и Microsoft Excel (Berestneva O.G., et al, 2003; Plokhinskiy, 1970).

Результаты исследований и их обсуждение. Шлакоотвал свинцового производства расположен напротив свинцового завода на левом берегу р. Бадам и представляет собой усеченную конусообразную гору из сыпучего гранулированного шлака черного цвета в основном с размером гранул от 0,5 до 15 мм. Однако встречаются куски шлака с размером до 60-70 мм. Объем шлака в терриконе составляет 988924 м^3 (Nauchno-tekhnicheskii otchet, 2014) (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Шлакоотвал бывшего Шымкентского свинцового завода

Общий вес шлака в шлакоотвале по результатам проведенных исследований составляет: $988924 \text{ м}^3 \times 1,92 \text{ т/м}^3 = 1898734$ тонн. Определение насыпной плотности проводили по СТ РК 1217-2003. Насыпная плотность шлака в пробах составляла от 1,82 до 2,05 т/м³. Усредненная насыпная плотность шлака в шлакоотвале равна 1,92 т/м³ (Таблица 1).

Таблица 1 – Основные характеристики исходного материала

Наименование	Единица измерения	Количество
Усредненная насыпная плотность	т/м ³	1,92
Общий вес в шлакоотвале	т	1898734
Объем в шлакоотвале	м ³	988924

Для более детального изучения образцов отходов металлургического производства, взятых с объектов бывшего Шымкентского свинцового завода, был проведен полный элементный анализ на содержание более 40 химических элементов методами ИСП-МС и ИСП-АЭС. В ходе исследования были проанализированы пробы относящихся к различным этапам производства (шлак и концентрат, полученный с этого шлака), с целью определения содержания макро-, микро- и редкоземельных элементов, а также благородных металлов. Усредненные данные о содержании элементов с учетом расширенной неопределенности измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Элементный состав проб отходов металлургических производств, мг/кг

№	Элемент	Шлак (Т-1)	Концентрат (Т-2)
1.	Be	<0,002	1,7±0,3
2.	*Na	11000±1400	5000±650
3.	*Mg	18000±2300	7700±1000
4.	*Al	40000±5300	14000±1800
5.	*K	11000±1400	3900±520
6.	*Ca	94000±12000	43000±5600

№	Элемент	Шлак (Т-1)	Концентрат (Т-2)
7.	V	<0,2	54±8
8.	Cr	<0,1	120±19
9.	*Mn	4400±580	3100±400
10.	*Fe	260000±33000	280000±37000
11.	Co	<0,2	220±30
12.	Ni	<0,2	230±34
13.	*Cu	5100±670	140000±18000
14.	Zn	<0,2	41000±6200
15.	As	<0,02	340±50
16.	Se	<0,1	170±25
17.	Rb	<0,02	20±3
18.	Sr	<0,02	480±70
19.	Ag	<0,02	190±28
20.	Cd	<0,02	12,0±2,0
21.	Cs	<0,002	1,2±0,2
22.	Ba	13000±1800	100±13
23.	La	<0,002	8,2±1,2
24.	Ce	<0,002	25±4
25.	Pr	<0,002	2,5±0,4
26.	Nd	<0,002	11±2
27.	Sm	<0,002	2,1±0,4
28.	Eu	<0,002	<0,002
29.	Gd	<0,002	2,4±0,4
30.	Dy	<0,002	2,1±0,4
31.	Ho	<0,002	0,4±0,1
32.	Er	<0,002	1,4±0,2
33.	Yb	<0,01	1,5±0,3
34.	Lu	<0,002	0,19±0,03
35.	*Pb	860±110	7100±930
36.	Th	<0,01	5,0±0,8
37.	U	<0,01	4,9±0,8
38.	Rh	<0,002	0,48±0,07
39.	Pd	2,4±0,3	1,5±0,2
40.	Te	<0,002	<0,002
41.	Pt	<0,002	<0,002
42.	Au	<0,002	5,3±0,2

Примечание: приведенная в таблице расширенная неопределенность измерений вычислена с коэффициентом охвата равным двум, что дает уровень достоверности приблизительно 95 %

Шлак бывшего Шымкентского свинцового завода характеризуется высоким содержанием макроэлементов: Ca (94000±12000 мг/кг), Al (40000±5300 мг/кг), Mg (18000±2300 мг/кг) и т.д. Содержание Fe достигает 260000±33000 мг/кг, а Cu – 5100±670 мг/кг, что делает данный шлак перспективным для вторичной переработки. При этом содержание Zn, а также токсичных элементов, таких как As и Se, крайне низкое (менее 0,2 мг/кг). Благородные металлы практически отсутствуют.

Концентрат является наиболее ценным материалом с точки зрения содержания металлов: Cu – 140000 ± 18000 мг/кг, Zn – 41000 ± 6200 мг/кг, Fe – 280000 ± 37000 мг/кг. Обнаружено Au с содержанием $5,3 \pm 0,2$ мг/кг и Pd – $1,5 \pm 0,2$ мг/кг, что указывает на высокий потенциал для извлечения благородных металлов. Также выявлены редкоземельные элементы: Ce – 25 ± 4 мг/кг, Nd – 11 ± 2 мг/кг, La – $8,2 \pm 1,2$ мг/кг. Однако содержание U и тория Th также заметно, что требует учета при переработке.

Шлак (Т-1) был переработан с целью выделения концентрата (Т-2), который обладает высокой ценностью благодаря содержанию цветных, драгоценных и редкоземельных металлов. Оставшийся образец после выделения концентрата, может быть эффективно использован в строительной отрасли, например, для производства цемента, щебня или других строительных материалов. Такой подход позволяет максимально рационально использовать ресурсы, минимизируя отходы и снижая экологическую нагрузку.

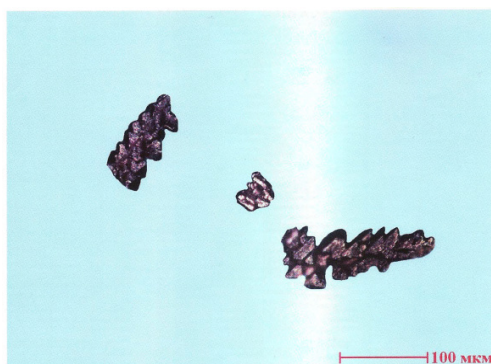
Результаты рационального анализа золота и серебра концентрата полученного с хвостов свинцового производства. В ходе рационального анализа был исследован концентрат хвоста свинцового производства для определения содержания золота и серебра, а также распределения золота по различным формам нахождения (Рисунок 3). Исследование включало количественную и морфологическую оценку зерен золота.

Общее содержание золота в пробе составило 0,07 г/т, серебра – 10,5 г/т. Также анализ выявил, что по распределению, золото присутствует в трех основных формах:

1. Свободное золото (28,6% от общего содержания): представлено в виде отдельных зерен, легко доступных для извлечения.
2. Ассоциированное с сульфидными минералами (42,8%): частично связано с сульфидами, что затрудняет его извлечение и требует применения специальных технологий переработки.
3. Ассоциированное с породой (28,6%): Золото находится в связанном состоянии, что также усложняет его извлечение.



а)



б)

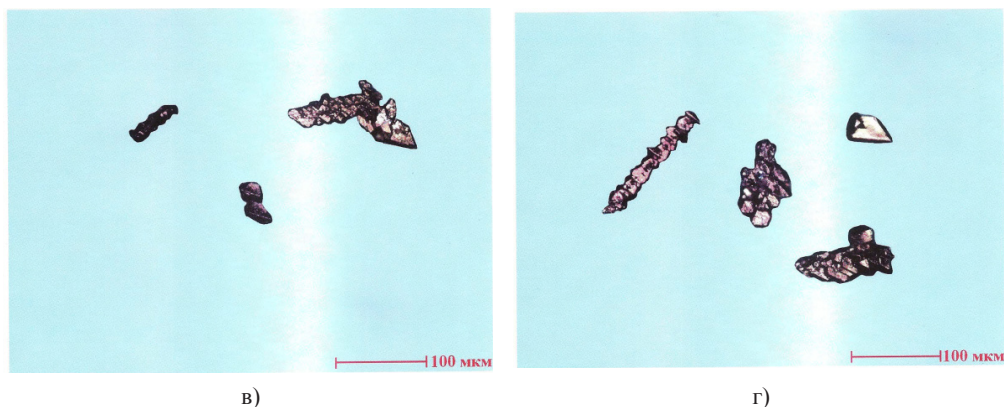


Рисунок 3 – Свободное золото с чистой поверхностью (а, б) и покрытое окисными пленками (в, г). Форма золотин – сростки октаэдров.

Размеры зерен свободного золота варьируются от 0,1 до 0,45 мм. На рисунках 3а-3г показаны формы зерен золота в амальгамах хвостов свинцового производства. Микроскопическое изображение демонстрирует зерна в масштабе 100 мкм, что позволило выявить мелкие детали их структуры и покрытия. На части зерен наблюдаются окисные пленки, которые могут быть результатом процессов окисления в ходе хранения или контакта с окружающей средой. Визуальный анализ показал следующие особенности:

- Зерна свободного золота с чистой поверхностью. Основная форма – сростки октаэдров;
- Зерна свободного золота, покрытые окисными пленками. Форма представлена как октаэдры, так и их сростки.

Следует отметить, что элементный анализ выявил содержание золота в концентрате на уровне 5,3 мг/кг и серебра — 190 мг/кг, что представляет собой количественные характеристики металлов в пробе. В свою очередь, рациональный анализ показал, что содержание золота составило 0,07 мг/кг, серебра — 10,5 мг/кг, учитывая их распределение в трех формах: свободное золото (28,6%), золото, ассоциированное с сульфидными минералами (42,8%), и золото, связанное с породой (28,6%). Несмотря на различия в количественных данных, оба анализа подтверждают наличие драгоценных металлов в образце, подчеркивая их уникальность для дальнейшей переработки.

Выводы

Анализ отходов металлургического производства бывшего Шымкентского свинцового завода показал, что шлак и концентрат, полученные в процессе переработки, имеют потенциал для вторичного использования. Анализ исходного шлака (Т-1) показал содержание железа до 260 000 мг/кг и меди до 5 100 мг/кг, что свидетельствует о его потенциале как вторичного сырья. Полученный в ходе переработки концентрат (Т-2) содержит в разы более высокие концентрации цветных металлов (медь — 140 000 мг/кг, цинк — 41 000 мг/кг), а также ценные

компоненты, включая золото (5,3 мг/кг), палладий (1,5 мг/кг) и редкоземельные элементы (церий, неодим, лантан и др.), что значительно повышает его экономическую привлекательность. Наличие драгоценных металлов подтверждено как инструментальными методами (ИСП-МС, ИСП-АЭС), так и рациональным анализом, согласно которому золото распределено между свободной формой (28,6 %), формой, связанной с сульфидами (42,8 %), и формой, связанной с породой (28,6 %). Установленная морфология нахождения золота имеет ключевое значение для выбора дальнейших методов его извлечения. Эти элементы могут быть выделены с использованием современных гидрометаллургических и пирометаллургических технологий. Оставшийся образец после выделения концентрата, может быть эффективно использован в строительной отрасли, например, для производства цемента, щебня или других строительных материалов. Полученные результаты формируют основу для разработки комплексной технологии извлечения цветных, драгоценных и редкоземельных металлов с последующей утилизацией остаточных масс. Вторичная переработка накопленных техногенных отходов бывшего Шымкентского свинцового завода представляет собой реальный шаг к реализации принципов устойчивого развития. Этот подход не только сводит к минимуму отходы металлургического производства, но и снижает экологическую нагрузку, вовлекая остаточные материалы в хозяйственный оборот.

Элементный и рациональный анализ подтверждают наличие драгоценных металлов, таких как золото и серебро, в концентрате. Элементный анализ обеспечивает контроль содержания металлов, тогда как рациональный анализ определяет форму их нахождения, что очень важно для выбора дополнительных методов извлечения.

Таким образом, переработка отходов Шымкентского свинцового завода может стать предпосылкой на пути к обеспечению циркулярной экономики, способствуя восстановлению природных ресурсов и снижению экологических рисков. Будущие исследования должны быть направлены на разработку технологий, позволяющих максимально эффективно использовать ценные компоненты, а также безопасно и разумно использовать шлак в строительной отрасли.

*Работа проведена при финансовой помощи Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, грант BR24993178 «Разработка инновационной технологии переработки вторичных ресурсов – отходов металлургических производств, побочных продуктов нефтепереработки и нефтедобычи».

Литература

- Borra C.R., Blanpain B., Pontikes Y., Binnemans K., & Van Gerven T. (2016). Recovery of valuable metals from metallurgical and metal-containing waste. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 2(1). — P. 28-37.
- ISO 17294-2:2003 (E) (2005) «Качество воды. Применение масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Часть 2: Определение 62 элементов»
- Karimov K., Turakhodjaev N., Akhmedov A., & Tashbulatov S. (2021). A mathematical model of the technology of extraction of copper from industrial slags. *E3S Web of Conferences*, 04077. — 264 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404077>

Kenzhaliyev B.K. (2019). Innovative technologies providing enhancement of non-ferrous, precious, rare and rare earth metals extraction. *Complex Use of Mineral Resources*, 310(3). — P. 64-75. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.30>

Kölking M., Flamme S., Heinrichs S., Schmalbein N., & Jacob M. (2024). More resource efficient recycling of copper and copper alloys by using X-ray fluorescence sorting systems. *Waste Management & Research*, 42(9). — P. 814-822. <https://doi.org/10.1177/0734242X241241601>

Marwa A. (2023). Effect of particle size on leachate formation characteristics from gold mine waste rocks. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 27(11). — P.2387–2392. <https://doi.org/10.4314/jasem.v27i11.4>

Oterdoom H., & Swain B. (2019). Circular economy and resource recovery from metallurgical waste. *Resources, Conservation & Recycling*, 144. — P. 110-117.

Pereira G.V. d. A., Pereira W.V. d. S., Ramos S.J., Guimarães J.T.F., Covre W.P., Dias Y.N., & Fernandes A.R. (2025). Bioavailable and bioaccessible fractions of potentially toxic elements in copper mining wastes in the Southeastern Amazon. *Minerals*, 15. — 140 p. <https://doi.org/10.3390/min15020140>

Reuter M.A., Hudson C., van Schaik A., Heiskanen K., Meskers C. E., & Hagelüken. — C. (2013). *Metal recycling: Opportunities, limits, infrastructure*. Springer.

Roy S., & Rehani S. (2015). Flotation of copper sulphide from copper smelter slag using multiple collectors and their mixtures. *International Journal of Mineral Processing*. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2015.08.008>

Shevko V., Makhanbetova B., Aitkulov D., Badikova A., & Amanov D. (2024). Thermodynamic and experimental substantiation of comprehensive processing of zinc sulfide ore and Its Concentration Tailings to Extract Non-Ferrous Metals and Produce a Silicon Ferroalloy. *Minerals*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/min14080819>

Shen H., & Forssberg E. (2003). An overview of recovery of metals from slags. *Waste Management*, 23(10). — P. 933-949.

Tian, H., Guo, Z., Pan, J., Zhu, D., Yang, C., Xue, Y., Li, S., & Wang, D. (2021). Comprehensive review on metallurgical recycling and cleaning of copper slag. *Resources, Conservation & Recycling*, 105366. — 168 p. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec>

Tzanetakis N., & Agatzini-Leonardou S. (2007). Process for recovery of copper from metallurgical wastes. *Hydrometallurgy*, 85(1). — P. 70-80.

Архипов А.В., & Решетняк С.П. (2017). Техногенные месторождения: разработка и формирование. ФАНО России, Кольский научный центр РАН.

Берестнева О.Г., Муратова Е.А., & Уразаев А.М. (2003). Компьютерный анализ данных: Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ.

ГОСТ 28168-89. Отбор проб почвы.

Кенжалиев Б.К., Омирбек Т.С., Беркинбаева А.Н., Саулебеккызы Ш., & Толегенова Н.М. (2024). Извлечение цинка из промышленного клинкера с помощью микроволновой обработки: оптимизация фазовых преобразований и повышение эффективности выщелачивания. *Известия НАН РК. Серия химии и технологий*, 4(461). — С. 94-110.

Методика количественного химического анализа. (2011). Определение элементного состава горных пород, почв, грунтов и донных отложений атомно-эмиссионным и масс-спектральным методами с индуктивно-связанной плазмой. Москва.

Научно-технический отчет. (2014). Разработка паспорта отходов свинцового производства, расположенного на левом берегу р. Бадам, г. Шымкент (№ 59 от 28 марта 2014 г.).

Плохинский Н.А. (1970). Биометрия. Москва: Изд-во МГУ.

Сагдеева Г.С., & Патракова Г.Р. (2014). Переработка отходов производства и потребления с использованием их ресурсного потенциала. *Вестник Казанского технологического университета*, (6). — С.194-198.

References

Arkhipov A.V., & Reshetnyak S.P. (2017). *Tekhnogennyye mestorozhdeniya: razrabotka i formirovaniye* [Technogenic deposits: development and formation]. FANO Rossii, Kol'skiy nauchnyy tsentr RAN. (in Russian)

Berestneva O.G., Muratova Ye.A., & Urazayev A.M. (2003). Komp'yuternyy analiz dannykh: Uchebnoye posobiye [Computer data analysis: A tutorial]. Tomsk: Izd-vo TPU. (in Russian)

Borra C.R., Blanpain B., Pontikes Y., Binnemans K., & Van Gerven T. (2016). Recovery of valuable metals from metallurgical and metal-containing waste. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 2(1). — P. 28-37. (in English)

GOST 28168-89. Otbor prob pochvy [Soil sampling]. (in Russian)

ISO 17294-2 2003 (E) (2005) «Kachestvo vody. Primeneniye mass-spektrometrii s induktivno svyazannoy plazmoy (ISP-MS) [Water quality - Applications of inductively coupled plasma mass spectrometry]. Chast' 2: Opredeleniye 62 elementov» (in Russian)

Karimov K., Turakhodjaev N., Akhmedov A., & Tashbulatov S. (2021). A mathematical model of the technology of extraction of copper from industrial slags. *E3S Web of Conferences*, 04077. — 264 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404077> (in English)

Kenzhaliyev B.K. (2019). Innovative technologies providing enhancement of non-ferrous, precious, rare and rare earth metals extraction. *Complex Use of Mineral Resources*, 310(3). — P.64-75. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.30> (in English)

Kenzhaliyev B.K., Omirbek T.S., Berkinbayeva A.N., Saulebekkyzy SH., & Tolegenova N.M. (2024). Izvlecheniye tsinka iz promyshlennogo klinkera s pomoshch'yu mikrovolnovoy obrabotki: optimizatsiya fazovykh preobrazovaniy i povysheniye effektivnosti vyshchelachivaniya [Zinc extraction from industrial clinker using microwave treatment: optimization of phase transformations and increase in leaching efficiency]. *Izvestiya NAN RK. Seriya khimii i tekhnolog*, 4(461). — P. 94–110. (in Russian)

Kölking M., Flamme S., Heinrichs S., Schmalbein N., & Jacob M. (2024). More resource efficient recycling of copper and copper alloys by using X-ray fluorescence sorting systems. *Waste Management & Research*, 42(9). — P. 814-822. <https://doi.org/10.1177/0734242X241241601> (in English)

Marwa A. (2023). Effect of particle size on leachate formation characteristics from gold mine waste rocks. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 27(11). — P. 2387-2392. <https://doi.org/10.4314/jasem.v27i11.4> (in English)

Metodika kolichestvennogo khimicheskogo analiza. (2011). Opredeleniye elementnogo sostava gornykh porod, pochv, gruntov i donnykh otlozheniy atomno-emissionnym i mass-spektral'nym metodami s induktivno-svyazannoy plazmoy [Determination of the elemental composition of rocks, soils, grounds and bottom sediments by atomic emission and mass spectral methods with inductively coupled plasma]. Moskva. (in Russian)

Nauchno-tehnicheskiiy otchet. (2014). Razrabotka pasporta otkhodov svintsovogo proizvodstva, raspolozhennogo na levom beregu r. Badam, g. Shymkent [Development of a passport for waste from lead production located on the left bank of the Badam River, Shymkent]. (in Russian)

Oterdoorn H., & Swain B. (2019). Circular economy and resource recovery from metallurgical waste. *Resources, Conservation & Recycling*, 144. — P. 110-117. (in English)

Pereira G.V. d. A., Pereira W.V. d. S., Ramos S.J., Guimarães J.T.F., Covre W.P., Dias Y.N., & Fernandes A.R. (2025). Bioavailable and bioaccessible fractions of potentially toxic elements in copper mining wastes in the Southeastern Amazon. *Minerals*, 15. — 140p. <https://doi.org/10.3390/min15020140> (in English)

Plohinskij N.A. (1970). Biometriâ [Biometrics]. Moskva: Izd-vo MGU. (in Russian)

Reuter M.A., Hudson C., van Schaik A., Heiskanen K., Meskers C.E., & Hagelüken C. (2013). *Metal recycling: Opportunities, limits, infrastructure*. Springer. (in English)

Roy S., & Rehani S. (2015). Flotation of copper sulphide from copper smelter slag using multiple collectors and their mixtures. *International Journal of Mineral Processing*. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2015.08.008> (in English)

Sagdeyeva G.S., & Patrakova G.R. (2014). Pererabotka otkhodov proizvodstva i potrebleniya s ispol'zovaniyem ikh resursnogo potentsiala [Recycling of production and consumption waste using their resource potential]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. — P.194-198. (in Russian)

Shevko V., Makhambetova B., Aitkulov D., Badikova A., & Amanov D. (2024). Thermodynamic and experimental substantiation of comprehensive processing of zinc sulfide ore and Its Concentration Tailings to Extract Non-Ferrous Metals and Produce a Silicon Ferroalloy. *Minerals*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/min14080819> (in English)

Shen H., & Forssberg E. (2003). An overview of recovery of metals from slags. *Waste Management*, 23(10). — P. 933-949. (in English)

Tian H., Guo Z., Pan J., Zhu D., Yang C., Xue Y., Li S., & Wang D. (2021). Comprehensive review on metallurgical recycling and cleaning of copper slag. *Resources, Conservation & Recycling*, 105366. — 168 p. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105366> (in English)

Tzanetakis N., & Agatzini-Leonardou S. (2007). Process for recovery of copper from metallurgical wastes. *Hydrometallurgy*, 85(1). — P. 70-80. (in English)

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)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 20.06.2025.

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

13,5 п.л. Заказ 2.

*Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-19*