

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№3
2025**

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



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

3 (464)

July – September 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>

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (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 № **KZ23VPY00121156**, issued 05.06.2025

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

Periodicity: 4 times a year.

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

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 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>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 05.06.2025 ж. берілген № KZ23VPY00121156 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>

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 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 Драхметович, 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 Джурабай 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>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ23VPY00121156, выданное 05.06.2025 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>

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 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

A.D. Alakhunova, L.E. Agibayeva, R.A. Mangazbayeva Obtaining of methylcellulose-based hydrogels using radiation treatment method.....	11
A.P. Auyeshov, K.T. Arynov, Ch.Z. Yeskibayeva Resource and economic efficiency of serpentinite waste utilization for the production of inorganic magnesium compounds.....	29
S. Duzelbayeva, B. Imangaliyeva, A. Aldiyarova, N. Sovet, B. Bakhtiyarov Production of biopolymer from starch as an alternative to artificial polymer and study of its biodegradable properties.....	41
G.D. Jetpisbayeva, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov, A. Darmenbayeva, G.B. Aubakirova The influence of production methods on the selectivity and stability of Co-containing catalysts for Fischer-Tropsch synthesis.....	64
B.K. Kenzhaliyev, A.K. Koizhanova, T.Yu. Surkova, Z.D. Dosymbayeva, D.M. Yessimova Investigation of the modes and parameters of gold leaching from man-made raw materials.....	75
M.K. Kurmanaliev, Zh.E. Shaikhova, L.M. Kalimoldina, S.O. Abilkasova Synthesis and sorption properties of new selective sorbents based on crown ethers...	92
E. Kairatuly, E.K. Assembayeva, A.Zh Bozhbanov, D.E. Nurmukhanbetova, E.Zh. Gabdullina Evaluation of physicochemical indicators of combined fermented milk products....	102
A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhiembaev, N.I. Akylbekov, A.B. Dobrynin Molecular and crystal structures of 4-dimethoxyphosphoryltetrahydropyran (thiopyran)-4-ol.....	115
R.M. Kudaibergenova, S.A. Orynbayev, E.A. Baibazarova, K.B. Bulekbayeva, G.A. Seitbekova Technological pathways for sustainable wastewater treatment.....	127
G.M. Madybekova, A.B. Issayeva, B.Zh. Mutaliyeva, S.S. Bitursyn Physicochemical properties of microcapsules based on natural polymers containing probiotic microorganisms.....	140
M.M. Mataev, Z.B. Sarsenbayeva, M.A. Nurbekova, M.R. Abdraimova, K.Zh. Seitbekova Synthesis and morphological analysis of $\text{Fe}_{0.84}\text{Mn}_{1.12}\text{O}_3\text{-In}_{0.12}\text{Fe}_{1.88}\text{O}_3$ composite.....	155

Z. Muldakhmetov, S. Fazylov, O. Nurkenov, Zh. Akhmetkarimova, O. Seilkhanov Synthesis and properties of new naphthyl-containing thiosemicarbazides and thioureas.....	166
U. Nazarbek, P. Abdurazova, G. Kambarova, Y. Raiymbekov Machine learning-based prediction of temperature-driven solubility changes in aqueous salt solutions.....	184
R.S. Orazbekova, S.A. Tungatarova, A.E. Tolembek, A.O. Aidarova, M.K. Yerkibaeva Catalytic processing of renewable raw materials into hydrogen-containing fuel mixtures.....	194
S.K. Rakhimova, R.I. Jalmakhanbetova, G.K. Mukusheva, A.A. Asylbekova, Zh. Zh. Zhumagaliyeva Spectroscopic analysis of methanol extract of <i>Ziziphora bungeana</i> Juz. and study of its antibacterial activity.....	207
R.K. Rakhmetullaeva, B. Khavilkhairat, N.B. Sarova, G.O. Rvaidarova, A.N. Nurlybayeva Copolymers based on acrylic acid for water purification from heavy metal ions.....	219
A.N. Sabitova, Zh.S. Kassymova, R.E. Mukiyanova, B.B. Bayahmetova, N.N. Nurgaliyev Investigation of the effectiveness of metallurgical slags in fertilizer production.....	233
E.T. Talgatov, D.A. Bibatyrova, A.A. Naizabaev, S.A. Kuttybayeva, A.Z. Abilmagzhanov Selective hydrogenation of phenylacetylene over polymer-modified Pd catalysts immobilized on inorganic supports.....	243
S. Tyanakh, T.O. Khamitova, A.P. Nauanova, D.M. Kereevna, A.S. Darmenbayeva Study of the properties of humic acids synthesized from brown coal of the Kuznetsk and the Kumuskuduk deposits.....	255
A.A. Turgunbaeva, G.N. Gemejiyeva, N.A. Sultanova Investigation of the chemical composition of the chloroform extract of <i>Rheum Tataricum</i> L. f. By gas-chromatography.....	275

МАЗМҰНЫ

Ә.Д. Алахунова, Л.Ә. Агибаева, Р.А. Мангазбаева

Метилцеллюлоза негізінде гидрогельдерді радиациялық өңдеу әдісімен алу.....11

А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева

Магнийдің бейорганикалық қосылыстарын алу мақсатында серпентинитті қайта өңдеудің ресурстық және экономикалық тиімділігі.....29

С. Дузелбаева, Б. Иманғалиева, А. Алдиярова, Н. Совет, Б. Бақтияров

Жасанды полимерге балама ретінде крахмалдан биополимер алу және оның биоыдырау қасиеттерін зерттеу.....41

Г.Д. Джетписбаева, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков, А. Дарменбаева, Г.Б. Аубакирова

Фишер-Тропш синтезінің Со-құрамды катализаторларының талғамдылығы мен тұрақтылығына дайындау әдістерінің әсері.....64

Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.Ю. Суркова, З.Д. Досымбаева, Д.М. Есимова

Техногендік шикізаттан алтынды сілтілеудің режимдері мен параметрлерін зерттеу.....75

М.Қ. Құрманалиев, Ж.Е. Шаихова, Л.М. Калимолдина, С.О. Әбілқасова

Краун-эфирлер негізіндегі жаңа талғамды сорбенттердің синтезі мен сорбциялық қасиеттері.....92

Е. Қайратұлы, Э. К. Асембаева, А.Ж. Божбанов, Д.Е. Нурмуханбетова, Е.Ж. Габдуллина

Құрамдастырылған сүтқышқылды өнімдердің физика-химиялық көрсеткіштерін бағалау.....102

А.Б. Қуандықова, Б.Ж. Джиембаев, Н.И. Акылбеков, А.Б. Добрынин

4-Диметоксифосфорилтетрагидропиран(тиопиран)-4-олдардың молекулалық және кристалдық құрылымдары.....115

Р.М. Құдайбергенова, С.А. Орынбаев, Е.А. Байбазарова, Қ.Б. Бөлекбаева, Г.А. Сейтбекова

Ағынды суларды тұрақты тазартудың технологиялық жолдары.....127

Г.М. Мадыбекова, А.Б. Исаева, Б.Ж. Муталиева, С.С. Битурсын

Табиғи полимерлер негізіндегі, пробиотикалық микроорганизмдер қамтылған микрокапсулалардың физика-химиялық қасиеттері.....140

М.М. Матаев, З.Б. Сарсенбаева, М.А. Нурбекова, М.Р. Абдраимова, К.Ж. Сейтбекова $\text{Fe}_{0.84}\text{Mn}_{1.12}\text{O}_3\text{-IN}_{0.12}\text{Fe}_{1.88}\text{O}_3$ композитінің синтезі және морфологиялық талдауы.....	155
З. Молдахметов, С. Фазылов, О. Нүркенов, Ж. Ахметкәрімова, О. Сейілханов Жаңа нафтилді тиосемикарбазидтер мен тиомочевиналардың синтезі мен қасиеттері.....	166
У. Назарбек, П. Абдуразова, Ғ. Қамбарова, Е. Райымбеков Сулы ерітінділердегі тұздардың ерігіштігінің температуралық өзгерістерін машиналық оқыту әдістерімен болжау.....	184
Р.С. Оразбекова, С.А. Тунгатарова, А.Е. Төлембек, А.О. Айдарова, М.Қ. Еркібаева Жаңартылатын шикізатты құрамында сутегі бар отын қоспаларына дейін каталитикалық өңдеу.....	194
С.Қ. Рахимова, Р.И. Джалмаханбетова, Г.К. Мукушева, А.А. Асылбекова, Ж.Ж. Жумағалиева <i>Ziziphora Bungeana</i> Juz. метанолды сығындысын спектроскопиялық талдау және оның бактерияға қарсы белсенділігін зерттеу.....	207
Р.Қ. Рахметұллаева, Б. Хавилхайрат, Н.Б. Сарова, Г.О. Рвайдарова, А.Н. Нурлыбаева Ауыр металл иондарынан су тазалауға арналған акрил қышқылы негізіндегі сополимерлер.....	219
А.Н. Сабитова, Ж.С. Касымова, Р.Е. Мукиянова, Б.Б. Баяхметова, Н.Н. Нургалиев Тыңайтқыштар өндірісіндегі металлургиялық шлактардың тиімділігін зерттеу.....	233
Э.Т. Талғатов, Д.А. Бибатырова, А.А. Найзабаев, Ш.Ә. Құттыбаева, А.З. Абильмагжанов Бейорганикалық тіректерде иммобилизацияланған полимермен модификацияланған PD катализаторлары бойынша фенилацетиленді селективті гидрогенизациялау.....	243
С. Тянах, Т.О. Хамитова, А.П. Науанова, Д.М. -Кереевна, А.С. Дарменбаева Кузнецк және Күмісқұдық қоңыр көмірінен синтезделіп алынатын гумин қышқылдарының қасиеттерін зерттеу.....	255
А.А. Тургунбаева, Н.Г. Гемеджиева, Н.А. Султанова <i>Rheum Tataricum</i> L. f. өсімдігінің хлороформ сығындысының химиялық құрамын газ хроматография әдісімен зерттеу.....	275

СОДЕРЖАНИЕ

A.D. Alakhunova, L.E. Agibayeva, R.A. Mangazbayeva Получение гидрогелей на основе метилцеллюлозы методом радиационной обработки.....	11
A.P. Auyeshov, K.T. Arynov, Ch.Z. Yeskibayeva Ресурсная и экономическая эффективность утилизации отходов серпентинита для производства неорганических соединений магния.....	29
S. Duzelbayeva, B. Imangaliyeva, A. Aldiyarova, N. Sovet, B. Bakhtiyarov Получение биополимера из крахмала как альтернатива искусственному полимеру и исследование его биоразлагаемых свойств.....	41
G.D. Jetpisbayeva, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov, A. Darmenbayeva, G.B. Aubakirova Влияние методов получения на селективность и стабильность катализаторов, содержащих кобальт, для синтеза по Фишеру-Тропшу.....	64
B.K. Kenzhaliyev, A.K. Koizhanova, T.Yu. Surkova, Z.D. Dosymbayeva, D.M. Yessimova Исследование режимов и параметров выщелачивания золота из техногенного сырья.....	75
M.K. Kurmanaliev, Zh.E. Shaikhova, L.M. Kalimoldina, S.O. Abilkasova Синтез и сорбционные свойства новых селективных сорбентов на основе краун-эфиров.....	92
E. Kairatuly, E.K. Assembayeva, A.Zh. Bozhbanov, D.E. Nurmukhanbetova, E.Zh. Gabdullina Оценка физико-химических показателей комбинированных кисломолочных продуктов.....	102
A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhiembaev, N.I. Akylbekov, A.B. Dobrynin Молекулярные и кристаллические структуры 4-диметоксифосфорилтетрагидропиран(тиопиран)-4-ола.....	115
R.M. Kudaibergenova, S.A. Orynbayev, E.A. Baibazarova, K.B. Bulekbayeva, G.A. Seitbekova Технологические пути устойчивой очистки сточных вод.....	127
G.M. Madybekova, A.B. Issayeva, B.Zh. Mutaliyeva, S.S. Bitursyn Физико-химические свойства микрокапсул на основе природных полимеров, содержащих пробиотические микроорганизмы.....	140

M.M. Mataev, Z.B. Sarsenbayeva, M.A. Nurbekova, M.R. Abdraimova, K.Zh. Seitbekova Синтез и морфологический анализ композита Fe _{0.84} Mn _{1.12} O ₃ -In _{0.12} Fe _{1.88} O ₃	155
Z. Muldakhmetov, S. Fazylov, O. Nurkenov, Zh. Akhmetkarimova, O. Seilkhanov Синтез и свойства новых нафтилилсодержащих тиосемикарбазидов и тиомочевин.....	166
U. Nazarbek, P. Abdurazova, G. Kambarova, Y. Raiymbekov Прогнозирование изменений растворимости солей в воде в зависимости от температуры с использованием машинного обучения.....	184
R.S. Orazbekova, S.A. Tungatarova, A.E. Tolembek, A.O. Aidarova, M.K. Yerkibaeva Каталитическая переработка возобновляемого сырья в водородсодержащие топливные смеси.....	194
S.K. Rakhimova, R.I. Jalmakhanbetova, G.K. Mukusheva, A.A. Asylbekova, Zh. Zh. Zhumagaliyeva Спектроскопический анализ метанольного экстракта <i>Ziziphora bungeana</i> Juz. и исследование его антибактериальной активности.....	207
R.K. Rakhmetullaeva, B. Khavilkhairat, N.B. Sarova, G.O. Rvaidarova, A.N. Nurlybayeva Кополимеры на основе акриловой кислоты для очистки воды от ионов тяжёлых металлов.....	219
A.N. Sabitova, Zh.S. Kassymova, R.E. Mukiyanova, B.B. Bayahmetova, N.N. Nurgaliev Исследование эффективности металлургических шлаков при производстве удобрений.....	233
E.T. Talgatov, D.A. Bibatyrova, A.A. Naizabaev, S.A. Kuttybayeva, A.Z. Abilmagzhanov Селективное гидрирование фенилэтина на модифицированных полимерах PD-катализаторах, иммобилизованных на неорганических носителях.....	243
S. Tyanakh, T.O. Khamitova, A.P. Nauanova, D.M. Kereevna, A.S. Darmenbayeva Исследование свойств гуминовых кислот, синтезированных из бурого угля Кузнецкого и Кумускудукского месторождений.....	255
A.A. Turgunbaeva, G.N. Gemejiyeva, N.A. Sultanova Исследование химического состава хлороформного экстракта <i>Rheum</i> <i>Tataricum</i> L. f. методом газовой хроматографии.....	275

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1491.313>

MPHTI 61.33.01

УДК 669.184.281

© A.N. Sabitova, Zh.S. Kassymova*, R.E. Mukiyanova,
B.B. Bayahmetova, N.N. Nurgaliev, 2025.
Shakarim University, Semey, Kazakhstan.
E-mail: kasymova-z@mail.ru

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF METALLURGICAL SLAGS IN FERTILIZER PRODUCTION

Sabitova Alfira Nurzhankyzy — PhD, Head of the Department of Chemistry and Ecology of Research School of Physical and Chemical Sciences, Shakarim University, Semey, Kazakhstan,

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

Kassymova Zhanar Sailaubekovna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Ecology of Research School of Physical and Chemical Sciences, Shakarim University, Semey, Kazakhstan,

E-mail: kasymova-z@mail.ru, ORCID ID: <http://orsid.org/0000-0002-4971-6638>;

Mukiyanova Rystay Yrgazyevna — PhD student of the Department of Chemistry and Ecology, Shakarim University, Semey, Kazakhstan,

E-mail: n_125r@mail.ru, ORCID ID: <http://orsid.org/0009-0007-7980-7921>;

Bayakhmetova Bulbul Bayakhmetovna — Candidate of Chemical Sciences, Senior lecturer of the Department of Chemistry and Ecology of Research School of Physical and Chemical Sciences, Shakarim University, Semey, Kazakhstan,

E-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, ORCID ID: <http://orsid.org/0000-0002-5663-5107>;

Nurgaliyev Nurzhan Nurlybekuly — PhD, Associate Professor of the Department of Chemistry and Ecology of Research School of Physical and Chemical Sciences, Shakarim University, Semey, Kazakhstan,

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

Abstract: This paper discusses the methods of using metallurgical slags in agriculture as fertilizers. The problem of slag accumulation in landfills is urgent, as they negatively affect the environment. The article analyzes ways of slag disposal, which help to avoid environmental risks, and can be used in the agricultural sector to improve soil quality and increase yields. Metallurgical slags contain macro- and microelements calcium, magnesium, zinc, copper, iron, manganese and others, which are necessary for normal plant growth. Increasing their content in the soil helps to improve the soil structure, increase the nutrient content in plants, which provides humans with additional sources of trace elements through agricultural products. The chemical composition of researched metallurgical slags is analyzed by mass spectrometry and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Studies show that slags contain: potassium - 1.06%, calcium - 9.38%, iron - 2.56%, magnesium - 1.78%, copper - 0.51%, zinc - 0.44%,

manganese - 0.44%, barium - 1.33%. There is also a low content of dangerous elements arsenic and lead, which require control when using slags in agriculture. The use of slags reduce the area of their disposal, preventing contamination of soil and reservoirs. The results of the study emphasize the importance of further scientific developments in the field of metallurgical waste recycling for the sustainable development of agriculture and environmental protection.

Key words: Metallurgical slags, fertilizers, agriculture, heavy metals, trace elements, sustainable development

© А.Н. Сабитова, Ж.С. Касимова*, Р.Е. Мукиянова, Б.Б. Баяхметова,
Н.Н. Нурғалиев, 2025.

Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан.

E-mail: kasymova-z@mail.ru

ТЫҢАЙТҚЫШТАР ӨНДІРІСІНДЕГІ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ШЛАКТАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Сабитова Альфира Нуржанкызы — PhD, Физика және химия ғылымдары зерттеу мектебінің Химия және экология кафедрасының меңгерушісі, Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан, E-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0002-7998>;

Қасимова Жанар Сайлаубековна — биология ғылымдарының кандидаты, Физика және химия ғылымдары зерттеу мектебінің Химия және экология кафедрасының доценті, Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан,

E-mail: kasymova-z@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4971-6638>;

Мукиянова Рыстай Ергазыевна — Физика және химия ғылымдары зерттеу мектебінің Химия және экология кафедрасының докторанты, Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан, E-mail: n_125r@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0007-7980-7921>;

Баяхметова Булбул Баяхметовна — химия ғылымдарының кандидаты, Физика және химия ғылымдары зерттеу мектебінің Химия және экология кафедрасының аға оқытушысы, Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан,

E-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5663-5107>;

Нұрғалиев Нұржан Нұрлыбекұлы — PhD, Физика және химия ғылымдары зерттеу мектебінің Химия және экология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан,

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

Аннотация. Бұл жұмыста металлургиялық шлактарды ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолдану әдістері қарастырылады. Шлактардың полигондарда жиналуы өзекті мәселе болып табылады, себебі олар қоршаған ортаға кері әсерін тигізеді. Мақалада шлактарды жоюдың ықтимал әдістері талданып, олардың экологиялық қауіптерін алдын алуға ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығы саласында топырақтың сапасын жақсартуға және өнімділікті арттыру үшін пайдалануға болатыны көрсетілген. Металлургиялық шлактардың құрамында өсімдіктердің қалыпты өсуіне қажетті макро және микроэлементтер, атап айтқанда кальций, магний, мырыш, мыс, темір, марганец және басқа да элементтер бар. Бұл элементтердің топырақтағы мөлшерінің артуы оның құрылымын жақсартып, өсімдіктердегі құрамында қоректік заттардың мөлшерін көбейтеді,

ал бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығы өнімдері арқылы адам ағзасына қажетті микроэлементтердің қосымша көзі бола алады. Бұл жұмыста металлургиялық шлактардың химиялық құрамы индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрия және атом-эмиссиялық спектрометрия әдістерімен талданды. Зерттеу нәтижелері бойынша шлактардың құрамында калий - 1,06%, кальций - 9,38%, темір - 2,56%, магний - 1,78%, мыс - 0,51%, мырыш - 0,44%, марганец - 0,44%, барий - 1,33%, натрий - 1,07% мөлшерінде кездесетіні анықталды. Сонымен қатар, шлактардың құрамында мышьяк пен қорғасын сияқты улы элементтердің төмен мөлшері анықталып, оларды ауыл шаруашылығында қолданғанда бақылау қажеттігі атап өтілді. Шлактарды қолдану оларды орналастыруға кететін жер аланын азайтып, топырақ пен су көздерінің ластануын болдырмауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері металлургиялық қалдықтарды қайта өңдеу бойынша ғылыми ізденістерді жалғастыруды ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы мен қоршаған ортаны қорғау үшін маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: металлургиялық қождар, тыңайтқыштар, ауыл шаруашылығы, ауыр металдар, микроэлементтер, тұрақты даму

© А.Н. Сабитова, Ж.С. Касымова*, Р.Е. Мукиянова, Б.Б. Баяхметова, Н.Н. Нурғалиев, 2025.

Шәкәрім университет, Семей, Қазақстан.

E-mail: kasymova-z@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ УДОБРЕНИЙ

Сабитова Альфира Нуржанқызы — PhD, заведующий кафедрой химии и экологии Исследовательской школы физических и химических наук, Шәкәрім университет, Семей, Қазақстан, E-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID ID: <http://orsid.org/0000-0002-0002-7998>;

Касымова Жанар Сайлаубековна — кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и экологии Исследовательской школы физических и химических наук, Шәкәрім университет, Семей, Қазақстан,

E-mail: kasymova-z@mail.ru, ORCID ID: <http://orsid.org/0000-0002-4971-6638>;

Мукиянова Рыстай Ергазыевна — докторант кафедры химии и экологии Исследовательской школы физических и химических наук, Шәкәрім университет, Семей, Қазақстан,

E-mail: n_125r@mail.ru, ORCID ID: <http://orsid.org/0009-0007-7980-7921>;

Баяхметова Булбул Баяхметовна — кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химии и экологии Исследовательской школы физических и химических наук, Шәкәрім университет, Семей, Қазақстан,

E-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, ORCID ID: <http://orsid.org/0000-0002-5663-5107>;

Нурғалиев Нуржан Нурлыбекович — PhD, ассоциированный профессор химии и экологии Исследовательской школы физических и химических наук, Шәкәрім университет, Семей, Қазақстан, E-mail: n.nurgaliyev@shakarim.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1216-7150>.

Аннотация: В данной работе рассматриваются методы применения металлургических шлаков в сельском хозяйстве в качестве удобрений. Проблема накопления шлаков на полигонах является актуальной, поскольку они негативно влияют на окружающую среду. В статье проанализированы возможные способы

утилизации шлаков, которые не только помогают избежать экологических рисков, но и могут быть использованы в аграрном секторе для улучшения качества почвы и повышения урожайности. Metallургические шлаки содержат в своем составе макро- и микроэлементы, такие как кальций, магний, цинк, медь, железо, марганец и другие, которые необходимы для нормального роста растений. Увеличение их содержания в почве способствует улучшению структуры почвы, а также повышению содержания питательных веществ в растениях, что, в свою очередь, обеспечивает человека дополнительными источниками микроэлементов через продукцию сельского хозяйства. В данной работе проведен анализ химического состава metallургических шлаков методами масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Исследования показывают, что шлаки содержат: калий - 1,06%, кальций - 9,38%, железо - 2,56%, магний - 1,78%, медь - 0,51%, цинк - 0,44%, марганец - 0,44%, барий - 1,33%. Также обнаружено небольшое содержание токсичных элементов, таких как мышьяк и свинец, которые требуют контроля при использовании шлаков в сельском хозяйстве. Использование шлаков поможет сократить площади их утилизации, предотвращая возможное загрязнение почвы и водоемов. Результаты исследования подчеркивают важность дальнейших научных разработок в области переработки metallургических отходов для устойчивого развития сельского хозяйства и защиты окружающей среды.

Ключевые слова: Metallургические шлаки, удобрения, сельское хозяйство, тяжелые металлы, микроэлементы, устойчивое развитие

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

Введение. Минеральные руды являются одним из основных факторов экономической стабильности химического производства, но химическая переработка минерального сырья включает образование различных отходов, такие как шлаки, пыль или осадки. На metallургическую промышленность приходится наибольшая часть значимых объемов отходов (Ilu tiu-Varvara et al., 2022), среди которых с точки зрения влияния на человека и окружающую среду шлаки свинцового производства представляют особую опасность (Ровин и Григорьев, 2018). Рассчитано, что при получении одной тонны металлического свинца образуется 100-350 кг шлака (Maria Criado et al., 2017). Согласно последним данным International Lead and Zinc Study Group, мировое производство рафинированного свинца составляет 12,856 млн тонн и свинца в концентратах - 4,55 млн т. В том числе, в Республике Казахстан в 2023 году получено 262,3 тыс. тонн металлического свинца.

Краткий обзор литературы по использованию шлаков в сельском хозяйстве. Шлаки являются неизбежными побочными продуктами высокотемператур-

ной переработки металлических руд. Шлак образуется во время плавки, конверсии и других возможных дополнительных стадий рафинирования. Химический состав и физико-химические свойства этого вида отхода могут сильно различаться, так как они содержат флюсы, оксиды металлов (в том числе оксиды тяжелых металлов), примеси металлических руд, а также побочные продукты сжигания угля, кокса или другого топлива. Физико-химическая переработка шлаков позволит решить проблему сырьевого кризиса за счет использования ценных компонентов в своем составе. Исследования по применению шлаков приведены в таблице 1.

Таблица 1. Применение шлаков металлургического производства

Объект исследования	Основной химический состав	Сфера применения	Продукт переработки	Источник исследования
Сталеплавильные шлаки	CaO, SiO ₂ , MgO, Fe, MnO	Металлургия	Mg, Zn и Cu	(Hocheng et al., 2014)
			Нейтрализующий агент при биовыщелачивании металлов	(Gahan et al., 2009)
		Строительные материалы	Заменитель природного песка в строительных смесях	(Dai et al., 2021)
			Компонент дорожного покрытия	(Baricova et al., 2011)
			Стеклокерамика	(Deng et al., 2020)
		Земледелие	Силикатное удобрение	(Ning et al., 2016)
			Удобрение с контролируемым высвобождением	(Annunziata et al., 2014)
Свинцовые шлаки	Cu, Zn, Fe	Земледелие	Удобрение	(Mikula et al., 2022)
Медные шлаки	Cu, Zn, SiO ₂ , FeO, Fe ₃ O ₄ , CaO, Al ₂ O ₃ , MgO	Строительные материалы	Высокопроизводительный бетон	(Singh et al., 2024)
Титановые хвосты	SiO ₂ , CaO, MgO, Al ₂ O ₃ , TiO ₂		Стеклокерамические пенопласты	(Xi et al., 2018)
Магниево-цинковые шлаки	SiO ₂ , CaO, MgO, FeO, Al ₂ O ₃		Кремниевое-калийное удобрение	(Fan et al., 2019)

Согласно проведенному обзору литературы за период с 2009-2024 года, распространенными областями применения является строительство, наименее изученным является сельское хозяйство. Также применение металлических шлаков в сельском хозяйстве актуально из-за содержания полезных для растений макро- и микроэлементов.

Поэтому целью данного исследования является рассмотреть процесс производства металлургических шлаков и их сельскохозяйственное применение.

Материалы и методы исследования. Исследуемые нами пробы были взяты

с хвостохранилищ бывшего Шымкентского свинцового завода и Жезкентского горно-обогатительного комбината в сентябре 2024 года. Отбор проб шлаков проведен методом квадрата. Частицы шлака Шымкентского свинцового завода имеют черный цвет, гранулы неправильной формы, размер колеблется в пределах 1-6 мм, встречается небольшое количество частиц размером около 15 мм. Пробы Жезкентского горно-обогатительного комбината имеют более крупные фракции (до 20 мм) серого цвета, легко рассыпающиеся при дроблении в мелкий порошок.

Элементный анализ металлургических шлаков проведен спектрометрическим методом (индуктивно связанная плазма — масс-спектрометрия (ICP-MS), индуктивно связанная плазма — оптическая эмиссионная спектрометрия (ICP — OES)) (Методика количественного химического анализа, 2011).

Результаты. Повторное или вторичное использование шлака связано с его физическими и химическими характеристиками. Характеристика основного элементного состава шлака представлена в таблице 2.

Проведен сравнительный анализ элементов шлака Шымкентского и Жезкентского хвостохранилищ, исследованных З. Багова с нашими данными (Bagova et al., 2021). Пробы 2021 года, изученные ранее в работе Багова З. также были отобраны с хвостохранилища бывшего Шымкентского свинцового завода и имели такой же цвет и фракционный состав.

Таблица 2. Элементный состав шлаков

Элемент	Элементный состав шлака Шымкентского свинцового завода, % (Bagova et al., 2021)	Элементный состав шлаков Шымкентского свинцового завода, %	Элементный состав шлаков Жезкентского горно-обогатительного комбината, %
Магний	>1,0	1,78	1,87
Алюминий	>1,0	4	4
Кальций	>1,0	9,38	1,94
Барий	0,3	1,33	0,011
Медь	0,3	0,51	0,18
Калий	<1,0	1,06	0,6
Натрий	>1,0	1,07	0,26
Мышьяк	<0,01	-	-
Свинец	0,1	0,086	0,22
Железо	>>1,0	2,56	1,509
Марганец	0,2	0,44	0,04
Цинк	>1,0	-	0,44

Как видно из таблицы 2, состав шлака разнообразен и содержит незначительные концентрации драгоценных, редкоземельных, цветных и тяжелых металлов. Содержание элементов шлака бывшего Шымкентского свинцового завода, опубликованные З. Багова в 2021 году и данные, полученные в процессе нашего исследования в большинстве позиций имеют близкие значения. Повторное или вторичное использование шлака связано с его физическими и химическими характеристиками. Так как металлургические шлаки содержат большое

количество макроэлементов (калий, кальций, магний) и микроэлементов (медь, цинк, железо, марганец) возникает возможность их использования в сельском хозяйстве в качестве удобрения.

Обсуждение. Авторы (Gomes et al., 2018) предложили приготовление удобрений из стальных шлаков и изучили их влияние на состав почвы и травы, а также рассчитали экономическую эффективность. Сноуи Джеин и другие (2024) исследовали силикатные удобрения, полученные из железного шлака, в качестве почвенной добавки для улучшения pH почвы и снабжения питательными веществами (Ning et al., 2016). Зависимость внесения шлака в почву с pH почвы также была изучена в работе (Bolan et al., 2011), где внесение шлака было качественной, эффективной заменой известкованию. Этот процесс является нецелесообразным в борьбе с закислением почвы, в связи со стоимостью материалов. Однако, известкование для кислых почв играет важную роль в трансформации и поглощении питательных веществ растениями, путем прямого воздействия на pH почвы и косвенного воздействия на физические, химические, биологические и морфологические характеристики почв.

В составе шлаков обнаружены невысокие концентрации токсичных элементов, такие как кадмий, свинец, мышьяк и ртуть. Вывод токсичных металлов из состава шлака является сложным вопросом, на который на данный момент нет альтернативного ответа, полное извлечение практически невозможно. Во избежание вредного воздействия на окружающую среду, тяжелые металлы необходимо связать в прочные недоступные структуры. Одним из методов иммобилизации тяжелых металлов является внесение биоугля, обработанного гидроксидом кальция. Высокоактивные наноразмерные частицы карбоната кальция, осажденные на поверхности трахеид биоугля реагируют с тяжелыми металлами и становятся иммобилизованными. Такой метод может быть полезен для рекультивации почв. В своем исследовании (Shah et al., 2024) указывают на потенциальную роль содержания биоугля в почве на поглощение тяжелых металлов, это обеспечивает безопасность возделывания редиса на загрязненной тяжелыми металлами почве для потребления человеком.

Еще одним способом контроля выделения токсичных веществ в почву является изготовление удобрений путем плавления смесей K_2CO_3 , H_3PO_4 и доменного шлака. Концепция контролируемого высвобождения питательных веществ состоит в инкапсуляции питательных веществ таким образом, чтобы высвобождение происходило медленно, когда удобрение вступает в контакт со средой. Удобрения с контролируемым высвобождением разработаны для обеспечения постепенного и устойчивого высвобождения необходимых питательных веществ для растений, удобрения оптимизируют эффективность усвоения питательных веществ. Механизм контролируемого высвобождения способствует повышению использования питательных веществ сельскохозяйственными культурами и снижает воздействие сельского хозяйства на окружающую среду (Virkar et al., 1987).

Заключение. С каждым годом количество шлаков металлургического

производства растёт и оказывает отрицательное влияние на окружающую среду. Традиционные методы утилизации шлаков приводят к серьёзным экологическим последствиям.

В результате исследования был проведен сравнительный анализ шлаков бывшего Шымкентского свинцового завода, отобранных в 2021 и 2024 годах и Жезкентского горно-обогатительного комбината. Содержание макро- и микроэлементов в составе шлаков (Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe) дает возможность утилизации в сельском хозяйстве в качестве удобрения. Использование шлаков снижает стоимость удобрений, является наилучшим способом борьбы с ухудшением химических характеристик сельскохозяйственных угодий и сокращает площади шлакохранилищ.

Литература

Annunziata Branca T., Pistocchi C., Colla V., Ragaglini G., Amato A., Tozzini C., Mudersbach D., Morillon A., Rex M., Romaniello, L. (2014) Investigation of (BOF) Converter slag use for agriculture in europe. *Metallurgical Research & Technology*, 111(3). — P.155–167. DOI: <https://doi.org/10.1051/metal/2014022>

Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G., Sapargaliyeva B., & Rodrigo-Illarri J. (2021) Analysis and prospective utilization of technogenic slag waste from a lead plant. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2(446). — P. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.22>

Baricova D., Pribulova A., Futas P. (2011) Analysis of Metallurgical Slags Utilization in the Road Engineering. 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, 3. — P. 785-791.

Bolan N.S., Adriano D.C., Kunhikrishnan A., James T., McDowell R. and Senesi N. (2011) Dissolved organic matter: biogeochemistry, dynamics, and environmental significance in soils. *Adv. Agron.* 110. — P. 1–75. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385531-2.00001-3>

Dai S., Zhu H., Zhai M., Wu Q., Yin Z., Qian H., & Hua S. (2021) Stability of steel slag as fine aggregate and its application in 3D printing materials. *Construction and Building Materials*, 299, 1239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123938>

Deng L., Wang S., Zhang Zh., Li Zh., Jia R., Fei Y., Li H., Ma Y., Wang W. (2020) The viscosity and conductivity of the molten glass and crystallization behavior of the glass ceramics derived from stainless steel slag. *Materials Chemistry and Physics*, 251, 123159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.123159>

Fan Y., Qin W., Chen Z., & Cheng F. (2019) A silicon–potash fertilizer prepared from magnesium slag and how it can improve soil fertility and agronomic performance. *Soil Science and Plant Nutrition*. — P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1080/00380768.2019.1610335>

Gahan C.S., Cunha M. L., & Sandström, Å. (2009) Comparative study on different steel slags as neutralising agent in bioleaching. *Hydrometallurgy*, 95(3-4), 190–197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2008.05.042>

Gomes H.I., Funari V., Mayes W.M., Rogerson M., Prior T.J. (2018) Recovery of Al, Cr and V from steel slag by bioleaching: batch and column experiments. *J. Environ. Manag.* 222. — P. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2018.05.056>

Hocheng H., Su C., & Jadhav U.U. (2014) Bioleaching of metals from steel slag by *Acidithiobacillus thiooxidans* culture supernatant. *Chemosphere*, 117: 652–657. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.089>

Ilutiu-Varvara D.-A., Aciu C. (2022) Metallurgical Wastes as Resources for Sustainability of the Steel Industry, *Sustainability*, 14, 5488. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095488>

Maria Criado, Xinyuan Ke, John L. Provis and Susan A. (2017) Bernal Alternative inorganic binders based on alkali-activated metallurgical slags. — P.185-220. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102001-2.00008-5>

Mikula K., Skrzypczak D., Izydorczyk G., Baśladyńska S., Szustakiewicz K., Gorazda K.,

Moustakas K., Chojnacka K., & Witek-Krowiak A. (2022) Recovery of high-value metals from smelter slags: From hazardous waste to fertilizer. *Chemosphere*, 134226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134226>

Ning D., Liang Y., Liu Z., Xiao J., Duan A. (2016) Impacts of Steel-Slag-Based Silicate Fertilizer on Soil Acidity and Silicon Availability and Metals-Immobilization in a Paddy Soil. *PLoS ONE* 11(12). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168163>

ПНД Ф 16.2.2.3.71-2011 (2011) Методика количественного химического анализа. Определение элементного состава горных пород, почв, грунтов и донных отложений атомно-эмиссионным и масс-спектральным методами с индуктивно-связанной плазмой. — Москва: ФБУ «ФЦАО». <https://meganorm.ru/Data2/1/4293793/4293793107.htm>

Ровин С.Л., Григорьев С.В. (2018) Вследствие отходов, образующихся при производстве свинца. Литье и металлургия, 2. — С. 43-49. DOI: <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2018-2-43-49>

Shah S.S.H., Nakagawa K., Yokoyama R., & Berndtsson R. (2024) Heavy metal immobilization and radish growth improvement using Ca(OH)₂-treated cypress biochar in contaminated soil. *Chemosphere*. — P. 2–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142385>

Singh R., Haq M. & Khan R.A. (2024). Influence of industrial waste and mineral admixtures on durability and sustainability of high-performance concrete. *Environ Sci Pollut Res* 31, 25567–25588. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32787-z>

Virkar A.N., Misra S.N., Sharma N., Ray H.S., & Paul A. (1987) Thermal analysis and X-ray diffraction studies on controlled release fertilizers prepared by incorporating nutrients into blast furnace slag. *Thermochimica Acta*, 111. — P. 135–142. DOI: [https://doi.org/10.1016/0040-6031\(87\)88042-5](https://doi.org/10.1016/0040-6031(87)88042-5)

Xi C., Zheng F., Xu J., Yang W., Peng Y., Li Y., Zhen Q., Bashir S., Liu J. L. (2018) Preparation of glass-ceramic foams using extracted titanium tailing and glass waste as raw materials. *Construction and Building Materials*, 190: 896–909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.170>

References

Annunziata Branca T., Pistocchi C., Colla V., Ragaglini G., Amato A., Tozzini C., Mudersbach D., Morillon A., Rex M., Romaniello, L. (2014) Investigation of (BOF) Converter slag use for agriculture in europe. *Metallurgical Research & Technology*, 111(3). — P.155–167. DOI: <https://doi.org/10.1051/metal/2014022> (in English)

Bagova Z., Zhantassov K., Turebekova G., Sapargaliyeva B., & Rodrigo-Ilarri J. (2021) Analysis and prospective utilization of technogenic slag waste from a lead plant. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2(446). — P. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.22> (in English)

Baricova D., Pribulova A., Futas P. (2011) Analysis of Metallurgical Slags Utilization in the Road Engineering. 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, 3. — P. 785-791. (in English)

Bolan N.S., Adriano D.C., Kunhikrishnan A., James T., McDowell R. and Senesi N. (2011) Dissolved organic matter: biogeochemistry, dynamics, and environmental significance in soils. *Adv. Agron.* 110. — P. 1–75. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385531-2.00001-3> (in English)

Dai S., Zhu H., Zhai M., Wu Q., Yin Z., Qian H., & Hua S. (2021) Stability of steel slag as fine aggregate and its application in 3D printing materials. *Construction and Building Materials*, 299, 1239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123938> (in English)

Deng L., Wang S., Zhang Zh., Li Zh., Jia R., Fei Y., Li H., Ma Y., Wang W. (2020) The viscosity and conductivity of the molten glass and crystallization behavior of the glass ceramics derived from stainless steel slag. *Materials Chemistry and Physics*, 251, 123159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.123159> (in English)

Fan Y., Qin W., Chen Z., & Cheng F. (2019) A silicon–potash fertilizer prepared from magnesium slag and how it can improve soil fertility and agronomic performance. *Soil Science and Plant Nutrition*. — P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1080/00380768.2019.1610335> (in English)

Gahan C.S., Cunha M. L., & Sandström, Å. (2009) Comparative study on different steel slags as neutralising agent in bioleaching. *Hydrometallurgy*, 95(3-4). — P. 190–197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2008.05.042> (in English)

Gomes H.I., Funari V., Mayes W.M., Rogerson M., Prior T.J. (2018) Recovery of Al, Cr and V from steel slag by bioleaching: batch and column experiments. *J. Environ. Manag.* 222. — P. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2018.05.056> (in English)

Hocheng H., Su C., & Jadhav U.U. (2014) Bioleaching of metals from steel slag by *Acidithiobacillus thiooxidans* culture supernatant. *Chemosphere*, 117: 652–657. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.089> (in English)

Ilutiu-Varvara D.-A., Aciu C. (2022) Metallurgical Wastes as Resources for Sustainability of the Steel Industry, *Sustainability*, 14, 5488. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095488> (in English)

Maria Criado, Xinyuan Ke, John L. Provis and Susan A. (2017) Bernal Alternative inorganic binders based on alkali-activated metallurgical slags. — P.185-220. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102001-2.00008-5> (in English)

Mikula K., Skrzypczak D., Izydorczyk G., Baśladyńska S., Szustakiewicz K., Gorazda K., Moustakas K., Chojnacka K., & Witek-Krowiak A. (2022) Recovery of high-value metals from smelter slags: From hazardous waste to fertilizer. *Chemosphere*, 134226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134226> (in English)

Ning D., Liang Y., Liu Z., Xiao J., Duan A. (2016) Impacts of Steel-Slag-Based Silicate Fertilizer on Soil Acidity and Silicon Availability and Metals-Immobilization in a Paddy Soil. *PLoS ONE* 11(12). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168163> (in English)

PND F 16.2.2:2.3.71-2011 (2011) Metodika kolichestvennogo khimicheskogo analiza. 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: FBU «FCAO». <https://meganorm.ru/Data2/1/4293793/4293793107.htm> (in Russian)

Rovin S.L., Grigor'ev S.V. (2018) Issledovanie othodov, obrazuyushchih-sya pri proizvodstve svinca [Study of waste generated during lead production]. *Casting and metallurgy*, 2. — P. 43-49. DOI: <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2018-2-43-49> (in Russian)

Shah S. S. H., Nakagawa K., Yokoyama R., & Berndtsson R. (2024) Heavy metal immobilization and radish growth improvement using Ca(OH)₂-treated cypress biochar in contaminated soil. *Chemosphere*. — P. 2–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142385> (in English)

Singh R., Haq M. & Khan R.A. (2024). Influence of industrial waste and mineral admixtures on durability and sustainability of high-performance concrete. *Environ Sci Pollut Res* 31. — P. 25567–25588. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32787-z> (in English)

Virkar A.N., Misra S.N., Sharma N., Ray H.S., & Paul A. (1987) Thermal analysis and X-ray diffraction studies on controlled release fertilizers prepared by incorporating nutrients into blast furnace slag. *Thermochimica Acta*, 111. — P. 135–142. DOI: [https://doi.org/10.1016/0040-6031\(87\)88042-5](https://doi.org/10.1016/0040-6031(87)88042-5) (in English)

Xi C., Zheng F., Xu J., Yang W., Peng Y., Li Y., Zhen Q., Bashir S., Liu J. L. (2018) Preparation of glass-ceramic foams using extracted titanium tailing and glass waste as raw materials. *Construction and Building Materials*, 190: 896–909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.170> (in English)

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP 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)

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 29.09.2025.

Формат 60x88¹/₈. 18,0 п.л.

Заказ 3.

«Central Asian Academic Research Center» LLP

Алматы, Қонаев к-сі, 142