

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№4
2025**

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



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

4 (465)

October – December 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 Джудит, 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 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 Джарабай 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

G.E. Azimbayeva, A.K. Kamysbayeva, G.N. Kudaibergenova, U.Zh. Beysenbiyeva, N.M. Kurbanbayeva Chromatographic analysis of ethanol obtained from topinambur tubers (<i>Helianthus Tuberosus</i>).....	13
B. Amiraliyev, N. Zhanikulov, B. Taimasov, M. Aitureev, B. Zhakipbayev Expanding the raw material base of mineral additives for the production of composite cements.....	27
A.M. Yegissinova, R.S. Taubayeva, R.K. Rakhmetullaeva, A.S. Seitkan, E.B. Satkozhaeva Physicochemical properties of thermoplastic starch/hemp biofilm produced by casting method.....	41
E.M. Yergaliyeva, K.B. Bazhykova, Zh.Zh. Kolbaeva, A. Duysen, V.V. Vazhev <i>In silico</i> prediction of PASS and ADME/Tox properties of novel 1,3,5-triazine derivatives for drug development.....	54
R.I. Jalmakhanbetova, S. Azatkyzy, G.K. Mukusheva Structure-directed ursolic acid modifications and their impact on biological activity.....	71
R.N. Zhanaliyeva, B.S. Imangaliyeva, M.A. Zharkınbekov, A.S. Ungarbayeva, R. Kozykeyeva Study of the kinetics and mechanism of molybdenum disulfide oxidation by sodium hypochlorite.....	87
O.S. Ilyassova, M. Zhumabek, G.N. Kaumenova, R.S. Orazbekova, B.S. Biyekeyev Hydrogenation of carbon dioxide on Ni-Co/ZrO ₂ catalysts for conversion into synthetic fuel components.....	100
K. Kalmakov, G. Turebekova, S. Yegemberdiyeva, U. Nuridinova, N. Dulat Catalytic cracking of vacuum gas oil from Kumkol oil in a fluidized bed catalyst unit.....	115
B.T. Kuderina, N.B. Kassenova, A.S. Khamitova, A.G. Zhaxybayeva, A.B. Abdrakhmanova Modification of the structure of oxide cathode materials to enhance the capacity and stability of li - ion batteries.....	128

B.M. Kaldybaeva, D.M. Kenzhebekov, D.Zh. Janabayev, L.M. Ulyev, A. Zholshybek Improving the energy efficiency of oil treatment and stabilization units in the field.....	137
A.K. Kozybaev, Zh.D. Alimkulova, S.O. Abilkasova, G.O. Bugubaeva, S. Bubish Prospects for the use of water-soluble copolymers in industrial wastewater treatment processes.....	150
R.M. Kudaibergenova, A.R. Aitekova, N.S. Murzakasymova, A.S. Seitkan, N.A. Nurlybayeva Structural and compositional characteristics of cobalt ferrite nanoparticles.....	159
M. Nazhipkyzy, A. Ashiraly, A. Aitugan, A. Aikenova Fabrication of lignin-based fibrous composites by electrospinning for energy storage applications.....	170
U. Nazarbek, Y. Raiymbekov, P. Abdurazova, G. Kambarova Molecular dynamics modeling of solubility in aqueous systems: temperature dependence and solvation effects.....	184
Zh.Zh. Nurtazina, Zh.S. Kassymova, L.K. Orazzhanova, B. Łeska, N.B. Kiarstanova Efficiency of modified medium for pigment and antioxidant biosynthesis in <i>Chlorella Vulgaris</i>	197
G.M. Ormanova, A.A. Anarbayev, B.N. Kabylbekova, Zh.E. Khusanov Construction of a solubility isotherm in a four-component mutual $\text{CaSO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ system.....	212
Zh.B. Rakhimberlinova, A. Zhorabek, A. Bailen, M. Kaiyrbaeva, A. Mendibayeva Investigation of the possibilities of obtaining ultradispersed copper particles in aqueous solutions.....	227
A. Takibayeva, L. Sultanova, A. Tussupova, Z. Omar, A. Amanzholova Mechanism, features of the amination reaction in a series of lupane triterpenoids.....	239
G. Toleutay, R.N. Tuleyeva, A. Taubatyrova, N.N. Gizatullina Recent advances in the application of lignin for biobased packaging materials.....	250
Kh. Khimersen, T.K. Jumadilov, A. Imangazy, G.T. Dyusseмбаeva, B. Totkhuskyzy Features of the interaction of polyelectrolytes with gallium ions in aqueous media.....	266

МАЗМҰНЫ

Г.Е. Азимбаева, А.К. Камысбаева, Г.Н. Кудайбергенова, Ұ.Ж. Бейсенбиева, Н.М. Курбанбаева Топинамбур жемісінен (<i>Helianthus Tuberosus</i>) алынған этанолдың хроматографиялық анализі.....	13
Б. Амиралиев, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, М. Айтуреев, Б. Жакипбаев Композициялық цемент алу үшін минералды қоспалардың шикізат базасын кеңейту.....	27
А.М. Егисина, Р.С. Таубаева, Р.К. Рахметуллаева, А.С. Сейткан, Э.Б. Саткожаева Құю әдісі арқылы алынған термопластикалық крахмал/ конопля биопленкасының физика-химиялық қасиеттері.....	41
Э.М. Ергалиева, К.Б. Бажыкова, Ж.Ж. Кольбаева, А.Б. Дуйсен, В.В. Важев <i>In silico</i> PASS және ADME/Tox бағдарламалары арқылы дәрілік заттар әзірлеу үшін 1,3,5-триазиннің жаңа туындыларының қасиеттерін болжау.....	54
Р.И. Джалмаханбетова, С. Азатқызы, Г.К. Мукушева Урсол қышқылының құрылымдық-бағытталған модификациялары және олардың биологиялық белсенділікке әсері.....	71
Р.Н. Жаналиева, Б.С. Имангалиева, М.А. Жаркинбеков, А.С. Унгарбаева, Р. Қозыкеева Молибден дисульфидін натрий гипохлоритімен тотықтырудың кинетикасы мен механизмін зерттеу.....	87
О.С. Ильясова, М. Жумабек, Г.Н. Кауменова, Р.С. Оразбекова, Б.С. Биекеев Көмірқышқыл газын синтетикалық отын компоненттеріне айналдыру үшін Ni-Co/ZrO ₂ катализаторларында гидрлеу.....	100
К.К. Калмаков, Г.З. Туребекова, С.Ж. Егембердиева, У.Е. Нуридинова, Н.Н. Дулат Құмкөл мұнайынан алынған вакуум газойлін катализатордың қайнау қабатындағы қондырғыда каталитикалық крекингтеу.....	115
Б.Т. Кудерина, Н.Б. Касенова, А.С. Хамитова, А.Г. Жаксыбаева, А.Б. Абдрахманова Li - ионды аккумуляторлардың сыйымдылығы мен тұрақтылығын арттыру үшін оксидті катод материалдарын модификациялау.....	128

Б.М. Калдыбаева, Д.М. Кенжебеков, Д.Ж. Джанабаев, Л.М. Ульев, А. Жолшыбек Кәсіпшілікте мұнайды дайындау және тұрақтандыру қондырғысының энергия тиімділігін арттыру.....	137
А.Қ. Қозыбаев, Ж.Д. Әлімқұлова, С.О. Әбілқасова, Г.О. Бугубаева, Ш. Бүбіш Өндірістік ағынды суларды тазарту процестерінде суда еритін сополимерлерді қолдану перспективалары.....	150
Р.М. Құдайбергенова, А.Р. Айтекова, Н.С. Мурзакасымова, А.С. Сейтқан, А.Н. Нұрлыбаева Кобалт феррит нанобөлшектерінің құрылымдық және құрамдық сипаттамасы.....	159
М. Нажипқызы, А. Ашіралы, А. Айтуған, А. Айкенова Энергия сақтау жүйелерінде қолдануға арналған лигнин негізіндегі талшықты композиттерді электроспиннинг әдісімен алу.....	170
У. Назарбек, Е. Райымбеков, П. Абдуразова, Ғ. Қамбарова Су жүйелеріндегі ерігіштіктің молекулалық динамикалық модельдеуі: температураға тәуелділік және еріткіштің әсері.....	184
Ж.Ж. Нуртазина, Ж.С. Касымова, Л.К. Оразжанова, Л. Богуслава, Н.Б. Қиарстанова <i>Chlorella Vulgaris</i> құрамындағы пигменттер мен антиоксиданттардың биосинтезі үшін модификацияланған қоректік ортаның тиімділігі.....	197
Г.М. Орманова, А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов Төрт компонентті CASO ₄ -NaCl-H ₂ O өзара әрекеттесу жүйесіндегі ерігіштік изотермасын тұрғызу.....	212
Ж.Б. Рахимберлинова, А. Жорабек, А. Байлен, М. Қайырбаева, Ә. Мендібаева Сулы ерітінділердегі мыстың ультродисперсті бөлшектерін алу мүмкіндіктерін зерттеу.....	227
А. Такибаева, Л. Султанова, А. Тусупова, З. Омар, А. Аманжолова Лупан тритерпеноидтар қатарындағы аминдену реакциясының механизмі, ерекшеліктері.....	239

Г. Төлеутай, Р.Н. Тулеева, А. Таубатырова, Н.Н. Гизатуллина

Лигниннің бионегізді қаптама материалдарында қолданылуының

соңғы жетістіктері.....250

Х. Химэрсэн, Т.К. Джумадилов, А. Имангазы, Г.Т. Дюсембаева,

Б. Тотхусқызы

Полиэлектролиттердің галлий иондарымен су ортасында әрекеттесу

ерекшеліктері.....266

СОДЕРЖАНИЕ

Г.Е. Азимбаева, А.К. Камысбаева, Г.Н. Кудайбергенова, У.Ж. Бейсенбиева, Н.М. Курбанбаева Хроматографический анализ этанола полученного из клубней топинамбура (<i>Helianthus Tuberosus</i>).....	13
Б. Амиралиев, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, М. Айтурсев, Б. Жакипбаев Расширение сырьевой базы минеральных добавок для получения композиционных цементов.....	27
А.М. Егисинова, Р.С. Таубаева, Р.К. Рахметуллаева, А.С. Сейткан, Э.Б. Саткожаева Физико-химические свойства термопластичной биопленки из крахмала/конопли, полученной методом литья.....	41
Э.М. Ергалиева, К.Б. Бажыкова, Ж.Ж. Кольбаева, А.Б. Дуйсен, В.В. Важев IN SILICO PASS и ADME/TOX прогнозирование свойств новых производных 1,3,5-триазина для разработки лекарств.....	54
Р.И. Джалмаханбетова, С. Азаткызы, Г.К. Мукушева Структурно-направленные модификации урсоловой кислоты и их влияние на биологическую активность.....	71
Р.Н. Жаналиева, Б.С. Имангалиева, М.А. Жаркинбеков, А.С. Унгарбаева, С. Бердібекова Изучение кинетики и механизма окисления дисульфида молибдена гипохлоритом натрия.....	87
О.С. Ильясова, М. Жумабек, Г.Н. Кауменова, Р.С. Оразбекова, Б.С. Биекеев Гидрирование диоксида углерода на Ni-Co/ZrO ₂ катализаторах для преобразования в компоненты синтетического топлива.....	100
К.К. Калмаков, Г.З. Туребекова, С.Ж. Егембердиева, У.Е. Нуридинова, Н.Н. Дулат Каталитический крекинг вакуумного газойля Кумкольской нефти на установке псевдоожиженным слоем катализатора.....	115
Б.Т. Кудерина, Н.Б. Касенова, А.С. Хамитова, А.Г. Жаксыбаева, А.Б. Абдрахманова Модификация структуры оксидных катодных материалов для повышения ёмкости и стабильности Li-ион аккумуляторов.....	128

Б.М. Калдыбаева, Д.М. Кенжебеков, Д.Ж. Джанабаев, Л.М. Ульев, А. Жолшыбек Повышение энергоэффективности установки подготовки и стабилизации нефти на промысле.....	137
А.К. Козыбаев, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Абилкасова, Г.О. Бугубаева, Ш. Бубиш Перспективы использования водорастворимых сополимеров в процессах очистки промышленных сточных вод.....	150
Р.М. Кудайбергенова, А.Р. Айтекова, Н.С. Мурзакасымова, А. Сейткан, А.Н. Нурлыбаева Структурно-композиционные характеристики наночастиц феррита кобальта.....	159
М. Нажипкызы, А. Аширалы, А. Айтуган, А. Айкенова Получение волокнистых композитов на основе лигнина методом электроспиннинга для применения в системах хранения энергии.....	170
У. Назарбек, П. Абдуразова, Ғ. Қамбарова, Е. Райымбеков Молекулярно-динамическое моделирование растворимости в водных системах: температурная зависимость и эффекты сольватации.....	184
Ж.Ж. Нуртазина, Ж.С. Касымова, Л.К. Оразжанова, Л. Богуслава, Н.Б. Қиарстанова Эффективность модифицированной среды для биосинтеза пигментов и антиоксидантов в <i>Chlorella Vulgaris</i>	197
Г.М. Орманова, А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов Построение изотермы растворимости в четырехкомпонентной взаимной системе $\text{CaSO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$	212
Ж.Б. Рахимберлинова, А. Жорабек, А. Байлен, М. Кайырбаева, А. Мендибаева Исследование возможностей получения ультрадисперсных частиц меди в водных растворах.....	227
А. Такибаева, Л. Султанова, А. Тусупова, З. Омар, А. Аманжолова Механизм, особенности протекания реакции аминирования в ряду лупановых тритерпеноидов.....	239

Г. Толеутай, Р.Н. Тулеева, А. Таубатырова, Н.Н. Гизатуллина

Последние достижения в применении лигнина для биополимерных

упаковочных материалов.....250

Х. Химэрсэн, Т.К. Джумадилов, А. Имангазы, Г.Т. Дюсембаева,

Б. Тотхусқызы

Особенности взаимодействие полиэлектролитов с ионами галлия

в водной среде.....266

© A.K. Kozybaev, Zh.D. Alimkulova, S.O. Abilkasova*, G.O. Bugubaeva,
S. Bubish, 2025.

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: sandugash.abilkasovaa@gmail.com

PROSPECTS FOR THE USE OF WATER-SOLUBLE COPOLYMERS IN INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT PROCESSES

Kozybaev Asylbek — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: asilbek_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1792-5993>;

Alimkulova Zhamila — Magister Technical Sciences, senior-lecturer, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: zhamilya111@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9938-6710>;

Abilkasova Sandugash — Candidate of Technical Science, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: sandugash.abilkasovaa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8322-4592>;

Bugubaeva Gulnar — Candidate of Chemical Sciences, Assistant of Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: bugub@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6550-5275>;

Bubish Sholpangul — Magister of Technical Sciences, lecturer, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: sholpanbubush@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6649-0430>.

Abstract. Relevance. Kazakhstan's Development Strategy until 2050 identifies waste-free and resource-saving technologies, as well as the rational use of natural resources as key priorities for sustainable economic and environmental development. In this context, purification of industrial wastewater from toxic heavy metal ions is an important task for protecting water resources and maintaining ecological balance. One promising approach is the use of water-soluble high-molecular compounds – flocculants. Research objective. To study the sorption properties of new synthetic copolymers based on 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid salts (H-AMS-i-PAA, VEMEA-Na-AMS, VEMEA-K-AMS) in process of removing Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , and Cu^{2+} ions from aqueous solutions. Research methods. The study used experimental methods: sorption tests at different pH values, kinetic studies of polymer-metal ion interaction, analysis of equilibrium sorption characteristics, and effectiveness comparison of the materials obtained. Results. It was found that the sorption activity of the synthesized

copolymers significantly depends on the pH of the medium. In the acidic range ($\text{pH} \approx 2$), sorption is minimal due to the protonation of functional groups. In the pH range of 4–7, sorption capacity significantly increases. VEMEA-K-AMS copolymer demonstrated greatest efficiency, ensuring almost complete removal of heavy metal ions. Kinetic studies showed that equilibrium is reached rapidly, indicating a high rate of interaction between the sorbent and ions. Practical significance. The results confirm the promise of new synthetic copolymers as environmentally safe and effective flocculants for removing heavy metals from industrial wastewater. The materials can be recommended for implementation in water treatment and environmental safety technologies at industrial enterprises.

Keywords: copolymers, sorption, heavy metals, wastewater treatment, flocculants, pH dependence

© А.Қ. Қозыбаев, Ж.Д. Әлімқұлова, С.О. Әбілқасова*, Г.О. Бугубаева,
Ш. Бубіш, 2025.

Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан.

*E-mail: sandugash.abilkasovaa@gmail.com

ӨНДІРІСТІК АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗARTU ПРОЦЕСТЕРІНДЕ СУДА ЕРИТІН СОПОЛИМЕРЛЕРДІ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Қозыбаев Асылбек — химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: asilbek_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1792-5993>;

Әлімқұлова Жамила — техника ғылымдарының магистрі, сениор-лектор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: zhamilya111@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9938-6710>;

Әбілқасова Сандұғаш — техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: sandugash.abilkasovaa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8322-4592>;

Бугубаева Гүлнар — химия ғылымының кандидаты, профессор ассистенті, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: bugub@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6550-5275>;

Бубіш Шолпангүл — техника ғылымдарының магистрі, лектор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: sholpanbubush@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6649-0430>.

Аннотация. Өзектілігі. «Қазақстан – 2050» стратегиясында қалдықсыз және ресурстарды үнемдейтін технологияларды енгізу, сондай-ақ табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану тұрақты экономикалық және экологиялық дамудың негізгі басымдықтары ретінде айқындалған. Осыған байланысты өндірістік ағынды суларды ауыр металдардың улы иондарынан тазарту су ресурстарын қорғау және экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін аса маңызды міндет болып табылады. Бұл бағытта су ерітінділерінде жақсы еритін жоғары молекулалық қосылыстар – флокулянттарды қолдану перспективалы әдістердің бірі саналады. Зерттеу мақсаты. 2-акриламидо-2-метилпропансульфон қышқылы тұздары негізіндегі

жаңа синтетикалық сополимерлердің (Н-АМС-и-ПАА, ВЭМЭА-На-АМС және ВЭМЭА-К-АМС) су ерітінділерінен Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} және Cu^{2+} ауыр металл иондарын сорбциялау қабілеттерін зерттеу. Зерттеу әдістері. Жұмыста әртүрлі рН мәндерінде сорбциялық сынақтар, полимерлердің ауыр металл иондарымен әрекеттесу кинетикасын анықтау, сорбцияның тепе-теңдік сипаттамаларын талдау және алынған материалдардың тиімділігін салыстыру сияқты эксперименттік әдістер қолданылды. Нәтижелері. Синтезделген сополимерлердің сорбциялық белсенділігі ортаның рН мәніне айтарлықтай тәуелді екені анықталды. Қышқыл ортада ($\text{pH} \approx 2$) функционалдық топтардың протондануына байланысты сорбция төмен болды. рН 4–7 аралығында сорбциялық сыйымдылықтың айтарлықтай артқаны байқалды. Ең жоғары тиімділікті ВЭМЭА-К-АМС сополимері көрсетіп, ауыр металл иондарын іс жүзінде толық жойды. Кинетикалық зерттеулер сорбент пен иондардың өзара әрекеттесу жылдамдығы жоғары екенін және тепе-теңдікке аз уақыт ішінде қол жеткізілетінін көрсетті. Практикалық маңызы. Алынған нәтижелер жаңа синтетикалық сополимерлердің өндірістік ағынды суларды ауыр металдардан тазартуға арналған экологиялық қауіпсіз әрі жоғары тиімді флокулянттар ретінде перспективалы екенін дәлелдейді. Бұл материалдарды су дайындау және өнеркәсіптік кәсіпорындардың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету технологияларына енгізуге болады.

Түйін сөздер: сополимерлер, сорбция, ауыр металдар, ағынды суларды тазарту, флокулянттар, рН тәуелділігі

© А.К. Козыбаев, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Абилкасова*, Г.О. Бугубаева,
Ш. Бубиш, 2025.

Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан.

*E-mail: sandugash.abilkasovaa@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ СОПОЛИМЕРОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Козыбаев Асылбек — кандидат химических наук, ассоциированный профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: asilbek_k@mail.ru, <https://orcid.org/ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1792-5993>;

Алимкулова Жамила — магистр технических наук, сениор-лектор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: zhamilya111@mail.ru, <https://orcid.org/ORCID ID 0000-0002-9938-6710>;

Абилкасова Сандугаш — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: sandugash.abilkasovaa@gmail.com, <https://orcid.org/ORCID ID 0000-0001-8322-459>;

Бугубаева Гульнар — кандидат химических наук, ассистент профессора, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: bugub@mail.ru, <https://orcid.org/ORCID ID 0000-0002-6550-5275>;

Бубиш Шолпангүл — магистр технических наук, сениор-лектор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: E-mail: sholpanbubush@gmail.com, <https://orcid.org/ORCID ID 0009-0005-6649-0430>.

Аннотация. Актуальность. В Стратегии развития Казахстана до 2050 года внедрение безотходных и ресурсосберегающих технологий, а также рациональное использование природных ресурсов определены ключевыми приоритетами устойчивого экономического и экологического развития. В этом контексте очистка промышленных сточных вод от токсичных ионов тяжёлых металлов представляет собой особо важную задачу, связанную с защитой водных ресурсов и сохранением экологического баланса. Одним из перспективных подходов является применение водорастворимых высокомолекулярных соединений — флокулянтов. Цель исследования. Изучить сорбционные свойства новых синтетических сополимеров на основе солей 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты (Н-АМС-и-ПАА, ВЭМЭА-На-АМС и ВЭМЭА-К-АМС) в процессе удаления ионов тяжёлых металлов Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} и Cu^{2+} из водных растворов. Методы исследования. В работе использованы экспериментальные методы: сорбционные испытания при различных значениях pH, определение кинетики взаимодействия полимеров с ионами тяжёлых металлов, анализ равновесных характеристик сорбции и сравнение эффективности полученных материалов. Результаты. Установлено, что сорбционная активность синтезированных сополимеров существенно зависит от pH среды. В кислой области ($\text{pH} \approx 2$) сорбция минимальна из-за протонирования функциональных групп. В диапазоне pH 4–7 наблюдается значительное повышение сорбционной ёмкости. Наибольшую эффективность продемонстрировал сополимер ВЭМЭА-К-АМС, обеспечивший почти полное удаление ионов тяжёлых металлов. Кинетические исследования показали, что равновесие достигается в короткие сроки, что свидетельствует о высокой скорости взаимодействия между сорбентом и ионами металлов. Практическое значение. Полученные результаты подтверждают перспективность новых синтетических сополимеров как экологически безопасных и высокоэффективных флокулянтов для очистки промышленных сточных вод от тяжёлых металлов. Материалы могут быть рекомендованы для внедрения в технологии водоподготовки и обеспечения экологической безопасности промышленных предприятий.

Ключевые слова: сополимеры, сорбция, тяжёлые металлы, очистка сточных вод, флокулянты, зависимость от pH

Introduction. The main directions of the economic and social development of the Republic of Kazakhstan until 2050 envisage the development and implementation of new technological processes for the processing of natural resources, as well as the utilization of raw materials and substances containing environmentally hazardous components. These objectives are to be achieved through the application of economically justified, waste-free, and resource-saving technologies (Klimenko, 2013; Krishnan, 2018; Moody, 2007; Vajihinejad et.al., 2019).

Environmental protection from pollution represents one of the most pressing challenges of modern times. The purification of natural and industrial wastewater is of particular importance, as it is directly related to the preservation and sustainable management of water resources (Xiao, 2021; Proskurina, 2016). In recent years, water-

soluble high-molecular-weight compounds – flocculants - have been increasingly employed in wastewater treatment (Myagchenkov, 2014; Li et.al., 2019). Their application significantly improves purification efficiency and enhances the performance of treatment facilities. This trend, in turn, has stimulated extensive research into the synthesis of novel synthetic polymer reagents. Polyacrylamide remains the most widely used flocculant at the industrial scale (Abramova et.al., 2016). However, to improve its efficiency and broaden its application range, various derivatives of polyacrylamide have been developed (Liu et.al., 2003; Nesic et.al., 2016; Novakov et.al., 2018). These derivatives incorporate diverse functional groups or structural units of other monomers. Among the promising chemical structures for the synthesis of new polyacrylamide derivatives are copolymers based on the salts of 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid (AMPS). The presence of multifunctional groups within the copolymer chain is expected to impart high flocculating activity and enhanced sorption capability (Novakov et.al., 2015; Hao et.al., 2024).

In this context, the synthesis and investigation of the flocculating properties of novel copolymers based on the salts of 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid represent a highly relevant and significant research direction. At present, the removal of heavy metal ions from industrial wastewater through the use of efficient flocculants has become one of the key environmental and technological challenges (Daifa et.al., 2019; Loukili et.al., 2024).

Materials and methods. The present study investigates the sorption of selected heavy metal ions (Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+}) by N-AMPS-and-PAA, VEMA-K-AMPS, and VEMA-Na-AMPS copolymers. The sorbents were synthesized through radical copolymerization of acrylamide (AA) with salts of 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid (AMPS) in aqueous medium, using potassium persulfate as an initiator. After polymerization, the obtained copolymers were washed, dried, and ground to a uniform particle size.

Sorption experiments were conducted in aqueous solutions containing heavy metal ions (Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+}). The acidity of the medium plays a crucial role in working with sorbents containing acidic functional groups, as it determines the state and reactivity of these groups. Furthermore, the chemical state of the metal ions in solution also depends on the pH of the medium, allowing control over the sorption process by adjusting this parameter.

Accordingly, to determine the sorption performance of N-AMPS-and-PAA, VEMA-K-AMPS, and VEMA-Na-AMPS sorbents, a series of experiments were conducted to study the influence of solution pH on the degree of sorption.

Results and discussion. Based on these experimental results, kinetic curves describing the sorption of Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , and Cu^{2+} ions by N-AMPS-and-PAA, VEMA-K-AMPS, and VEMA-Na-AMPS sorbents were constructed (Figure 1).

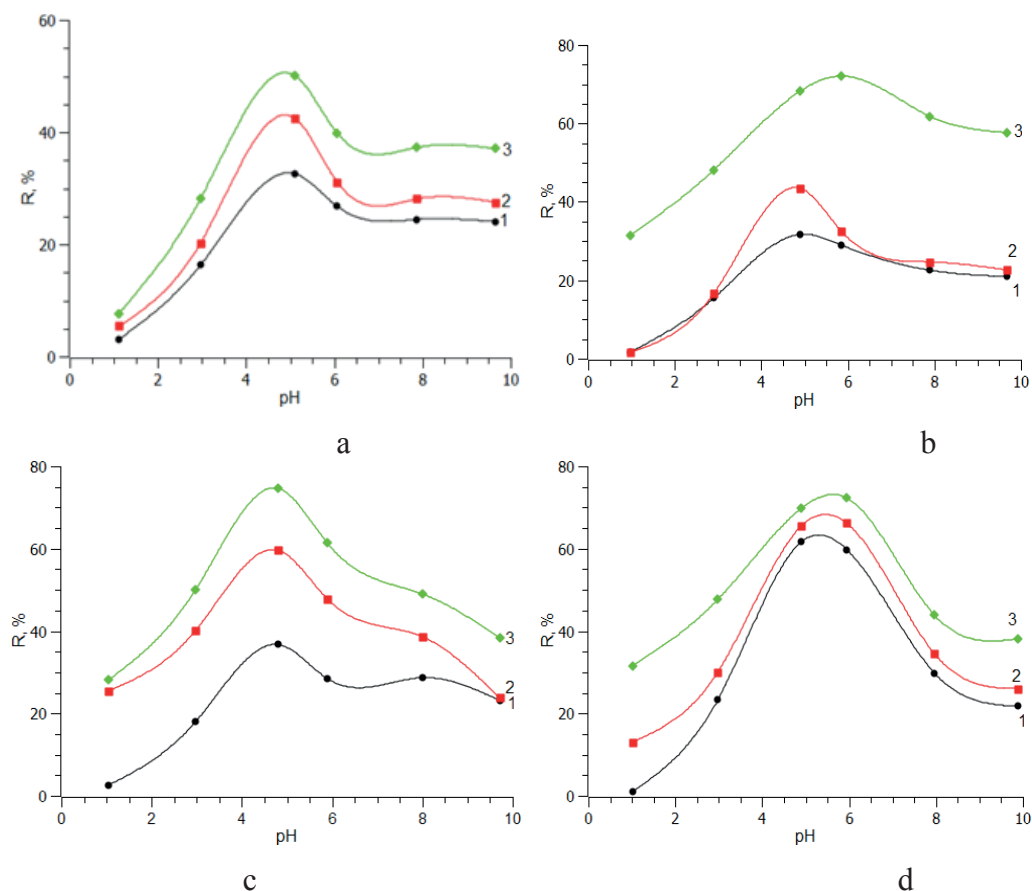


Figure 1 - pH dependence of the degree of sorption of Ni^{2+} (a), Co^{2+} (b), Zn^{2+} (c), Cu^{2+} (d) ions on H-AMC-and-PAA (1), VEMEA-Na-AMC (2), VEMEA-K-AMC (3)

As can be seen from Figure 1, the dependence of the degree of sorption of nickel, cobalt, zinc and copper ions on the pH value of the solution is extreme. The relatively low degree of sorption of the studied metal ions in an acidic medium is explained by the protonated state of the sorbents at pH-2 and the fact that sorption occurs as a result of coordination interactions with the $-R=O$, $-COOH$ and $-OH$ groups. In the low pH region, the sorption capacity of the synthesized sorbents for heavy metals is approximately at the same level. In the solution pH range of 4-7, a sharp increase in the sorption activity of the sorbents is observed. In this case, the sorption capacity of the sorbent H-AMC-and-PAA increases, and the highest sorption capacity is observed in the sorbent VEMEA-K-AMC. This sorbent demonstrates the ability to effectively sorb heavy metals at pH-5, reaching values that are characteristic of even expensive artificial sorbents.

In addition, during the study of the effect of pH on the sorption capacity of various non-ferrous metal ions, it was found that the modified sorbent VEMEA-K-AMC can completely sorb heavy metals at high concentrations. Figure 2 shows the sorption isotherms of Co^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} and Ni^{2+} ions.

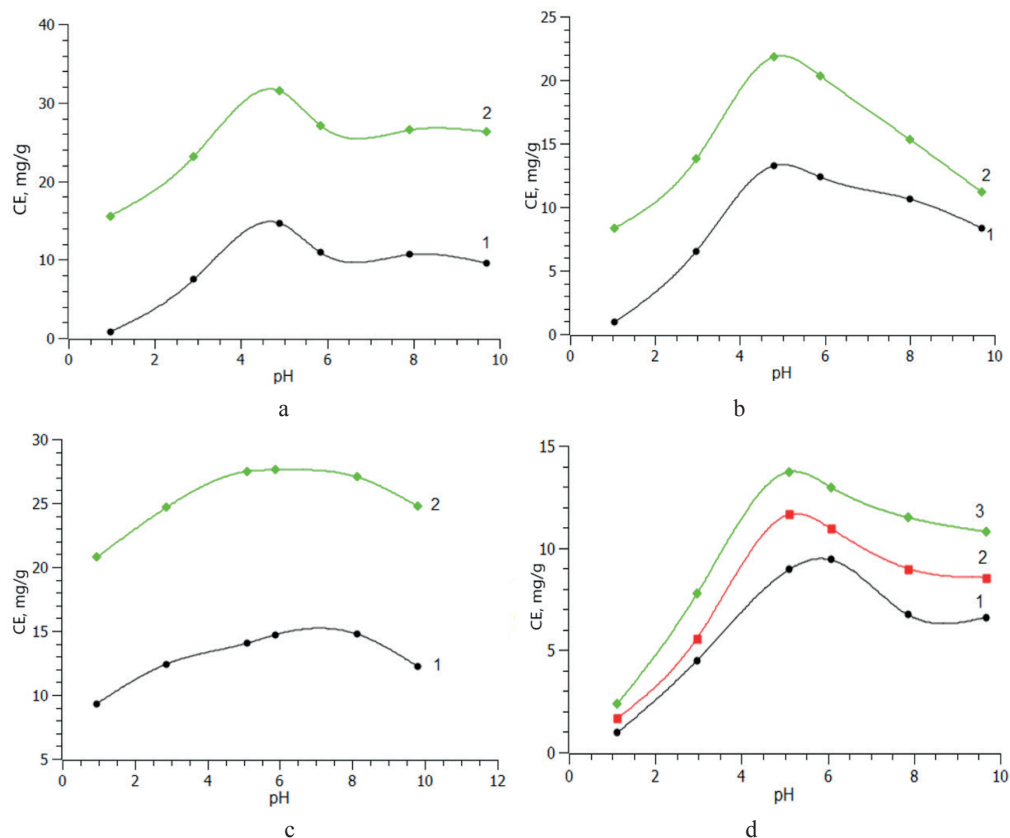


Figure 2 - pH dependence of the sorption capacity of Co²⁺ (a), Zn²⁺ (b), Cu²⁺ (c) VEMEA-Na-AMC (1), VEMEA-K-AMC (2) and Ni²⁺ (d) H-AMC-and-PAA (1), VEMEA-Na-AMC (2), VEMEA-K-AMC (3) ions

The kinetics of ion complex formation processes remain an insufficiently explored field, despite their clear practical significance. This has increased researchers' interest in studying the sorption kinetics of metals on synthesized sorbents. In this regard, we investigated the change in the sorption concentration of ions as a function of the interaction time between the solution and the sorbent, up to the point of reaching kinetic equilibrium.

Figure 3 presents the sorption kinetics of Ni²⁺ (a), Co²⁺ (b), Zn²⁺ (c), and Cu²⁺ (d) ions on H-AMC-i-PAA, VEMA-Na-AMC, and VEMA-K-AMC sorbents, which allows determining the rate of equilibrium establishment in the solution-sorbent system.

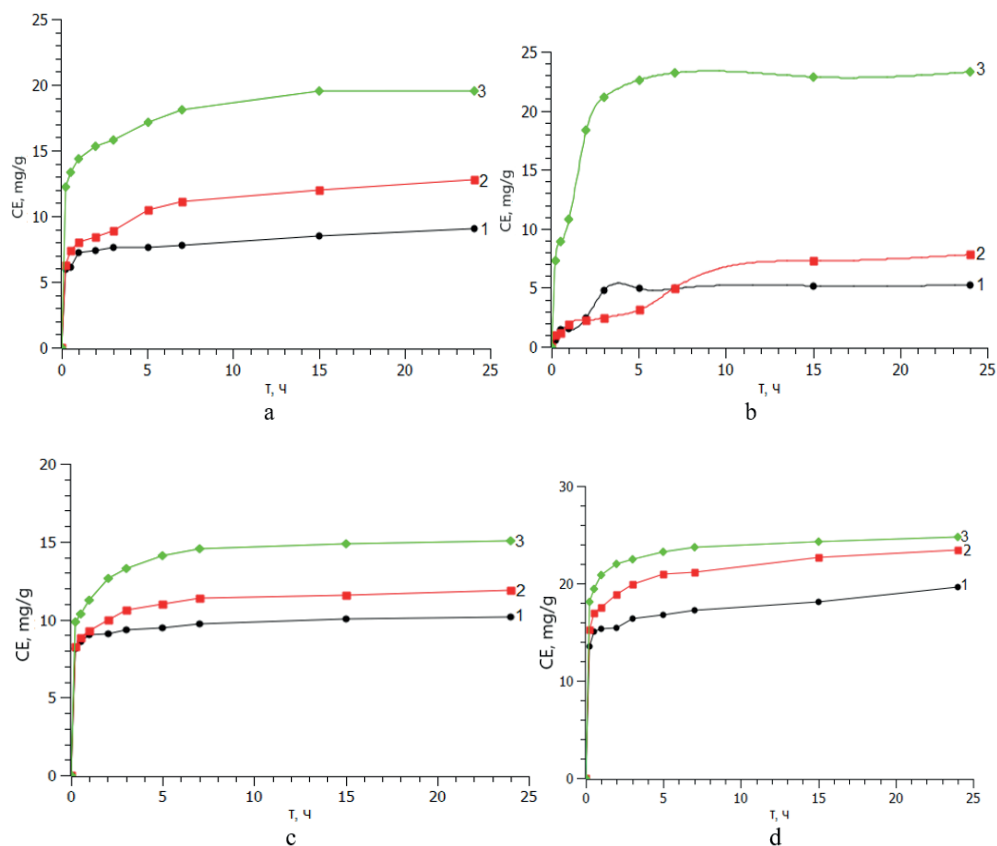


Figure 3 - Sorption kinetics of ions in the process, Ni^{2+} (a), Co^{2+} (b), Zn^{2+} (c), Cu^{2+} (d) C H-AMC-and-PAA (1), VEMEA-Na-AMC (2), VEMEA-K-AMC (3)

As can be seen from Figure 3, the kinetic sorption curves of Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} ions characterize the degree of saturation of ionites over the duration of the process at the optimal concentration of the initial solution and the acidity of the medium.

Conclusion. The conducted studies demonstrate that the synthesized copolymers based on the salts of 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid (H-AMC-i-PAA, VEMEA-Na-AMC, and VEMEA-K-AMC) exhibit high sorption activity toward Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , and Cu^{2+} ions from aqueous solutions. The degree of sorption was found to depend strongly on the pH of the medium, with the highest efficiency observed in the range of pH 4–7. Among the studied sorbents, VEMEA-K-AMC demonstrated the greatest sorption capacity, effectively binding heavy metal ions even at relatively high concentrations.

The obtained kinetic data indicate that equilibrium in the solution–sorbent system is established relatively rapidly, confirming the high reactivity of the synthesized copolymers. The presence of functional groups such as $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, and $-\text{R}=\text{O}$ contributes significantly to the coordination and complexation of metal ions.

Overall, the synthesized copolymers can be considered promising materials for

wastewater treatment and environmental protection, particularly for the removal of toxic heavy metal ions. Further research should focus on optimizing synthesis parameters and evaluating the regeneration and reuse potential of these sorbents under real industrial conditions.

References

- Abramova L. I. et.al. (2016) Poliakrilamid [Polyacrylamide] edited by V.F. Kurenkova. — M.: Chemistry. — P.192 (in Russian)
- Daifa M., Shmoeli E., & Domb A.J. (2019) Enhanced flocculation activity of polyacrylamide-based flocculant for purification of industrial wastewater. *Polymers for Advanced Technologies*, — Vol. 30(10), — P. 2636-2646. (in English)
- Hao X., Chang Q., & Li X. (2009) Synthesis, characterization, and properties of polymeric flocculant with the function of trapping heavy metal ions. *Journal of Applied Polymer Science*, — Vol. 112(1). — P. 135-141. (in English)
- Klimenko T. V. (2013) Ochistka stochnyh vod ot ionov tyazhelyh metallov [Wastewater treatment from heavy metal ions] *Modern scientific research and innovations*. — Vol. 11. — P. 11. (in Russian)
- Krishnan S.V., & Attia, Y.A. (2018) Polymeric flocculants. In *Reagents in Mineral Technology*. — P. 485-518. Routledge. (in English)
- Li X., & Xu Y. (2019) "Study on the flocculation behavior of polyacrylamide for heavy metal removal in wastewater treatment." *Journal of Water Process Engineering*, — Vol. 31. — P. 100806. (in English)
- Liu Y., Xie J.J., & Zhang X.Y. (2003) Synthesis and properties of the copolymer of acrylamide with 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid. *Journal of applied polymer science*, — Vol. 90(13). — P. 3481-3487. (in English)
- Loukili N., Jossic L., Blésès D., Oliveira M., Fayolle Y., Ginisty P., ... & Rharbi Y. (2024) Impact of cationic polyacrylamide degradation on flocculation in wastewater treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, — Vol. 702. — P. 134975. (in English)
- Moody G.M. (2007) Polymeric flocculants. *Handbook of industrial water soluble polymers*. — P. 134-173. (in English)
- Myagchenkov V.A. Baran A.A., Bekturov E.A., Bulidorova G.V. (2014) Poliakrilamidnye flokulyanty [Polyacrylamide flocculants] – Kazan: Kazan State. technology univ. (in Russian)
- Nesic A., Panic V., Ostojic S., Micic D., Pajic-Lijakovic I., Onjia A., & Velickovic S. (2016) Physical-chemical behavior of novel copolymers composed of methacrylic acid and 2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid. *Materials Chemistry and Physics*, — Vol. 174. P. — 156-163. (in English)
- Novakov I.A. et.al. (2015) Zakonomernosti flokulyacii vodnyh kaolinovyh dispersij binarnymi kompoziciyami kationnyh polielektrolitov [Regularities of flocculation of aqueous kaolin dispersions with binary compositions of cationic polyelectrolytes]. *Colloid Journal*. (in Russian)
- Novakov I.A., Orlinson B.S. (2018) Polimery na osnove proizvodnyh adamantana: sintez, svoystva, napravleniya prakticheskogo ispol'zovaniya [Polymers based on adamantane derivatives: synthesis, properties, directions for practical use]. Monograph–Volograd: RPK "Polytechnic". (in Russian)
- Proskurina V.E. (2016) Flokulyaciya ohry (so)polimerami akrilamida v rezhimah svobodnogo i stesennogo osedaniya [Flocculation of ochre by acrylamide (co)polymers in free and constrained sedimentation modes]: dis. ... Cand. of Chemical Sciences: — 02.00.11. — Kazan. (in Russian)
- Vajihinejad V., Gumfekar S. P., Bazoubandi B., Rostami Najafabadi Z., & Soares J. B. (2019). Water soluble polymer flocculants: synthesis, characterization, and performance assessment. *Macromolecular Materials and Engineering*, — 304(2). — P.1800526. (in English)
- Xiao X., Sun Y., Liu J., & Zheng H. (2021). Flocculation of heavy metal by functionalized starch-based bioflocculants: Characterization and process evaluation. *Separation and Purification Technology*, — 267. — 118628 p. (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 23.12.2025.

Формат 60х88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

13,5 п.л. Заказ 4.

«Central Asian Academic Research Center» LLP

Алматы, Қонаев к-сі, 142