

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№2
2026**

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



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

2 (467)

APRIL – JUNE 2026

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of IAAS and NAS RK, General Director of the Research Institute of Petroleum Refining and Petrochemicals (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 JSC "Phytochemistry Research and Production Center" (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, (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, 2026

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынулы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ХФАҚ және ҚР ҰҒА академигі, Мұнай өңдеу және мұнай-химиясы ғылыми-зерттеу институтының бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=66021779606>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, "Фитохимия" ғылыми-өндірістік орталығы" АҚ 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, (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, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) <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)

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/arithv>

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2026

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик МАН и НАН РК, Генеральный директор НИИ нефтепереработки и нефтехимии (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 АО «Научно-производственного центра» 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 Мирослав, 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 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)

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, 2026

CONTENTS

Akimbekova B.B., Karilkhan A., Zhorabek A.A., Bakyt Z.E. Selective flotation of sulfide copper ores.....	11
Assembayeva E.K., Dikhanbay S. Zh., Nurmukhanbetova D. E., Toktamyssova A.B., Tulegenova G. Physical, chemical, and biochemical properties of vegetable juices fermented by the <i>Lactobacillus plantarum</i> strain.....	23
Baidul M., Zhalgasbek N., Shybyray Ye., Muzaffarova N.Sh., Jenis J. Determination of antimicrobial activity and GC-MS analysis of <i>Artemisia scopiforme</i> extract.....	41
Baikenov Ye.A., Safarov R.Z., Shomanova Zh.K. TGA-DSC quantification of calcite with XRF cross-validation in Central Kazakhstan manganese ores.....	55
Baisalova G., Bauyrzhan A., Bakdaulet A., Taltenov A., Akpayeva K. Determination of sodium and potassium ion content in the plant common mallow by a potentiometric method with an ion-selective electrode.....	75
Duzelbayeva S.D., Kassenova B.A., Akhatova Z.S., Konuspayev S.R. The composition of wool fat and its physiological effect on living organisms.....	88
Erkinqyzy A., Zholdas M., Kudaibergenova B.M., Dyusebaeva M.A. Study of the pharmacognostic characteristics of <i>Maclura pomifera</i>	104
Yegissinova A.M., Nurlybayeva A.N., Taubayeva R.S., Seitkan A.S., Matniyazova G.K. Effect of ultrasound-treated cellulose filler on the morphology and intermolecular interactions of TPS matrix.....	118
Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Imangazy A., Olzhabekova G. Study of the sorption capacity of an interpolymer system based on industrial ion exchangers KU-2-8 and AV-17-8 towards vanadium and molybdenum ions.....	131
Zamanbekova A.T., Talgatov E.T., Jumekeyeva A.I., Akhmetova S.N., Saryuisin S.N. Sorption properties of titanium dioxide toward polymer modifiers of different nature.....	143
Imangaliyeva B., Arynova K., Trenova A., Kozhabay D., Azamatkyzy A. Production of organic glue based on fish scales, study of properties.....	161
Kabdraisova A.Zh., Berganayeva A.E., Baiburkutova M.A., Sadvakas A.M., Bekesheva K.B. Molecular iodine from antiseptic iodophors: compatibility with pharmaceutical excipients and UV-Vis spectroscopic evaluation.....	176

Kanykeshova A.A., Kunarbekova M., Toktar M., Abdukhalikova Sh., Azat S. Hydrothermal and microwave synthesis of porous carbon materials from coffee grounds using KOH and H ₃ PO ₄ for activation.....	191
Kenzhaliev B., Koizhanova A., Abdyl daev N., Magomedov D., Yerdenova M. Study of the behavior of impurity elements during the chemical leaching of copper ore.....	209
Kipchakbayeva A.K., Tagabay A.K., Targyn A.B. Phytochemical analysis of extractive substances and biologically active compounds of <i>Verbascum thapsus</i> l.	223
Kuandykova A.B., Dzhiembaev B.Zh. Synthesis of dialkyl N-(2-phenylethyl)- and N-[2-(3,4-dimethoxyphenyl) ethyl] amidophosphates under todd-atherton reaction conditions.....	238
Omarova A.A., Nurzhanova S.B., Medetkyzy Z., Saidilda G.T., Abilmagzhanov A.Z. Production of high-octane gasoline by processing N-alkanes over a zeolite-containing catalyst.....	253
Orazbekova R.S., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S., Ilyassova O.S., Kassymkhan K. Steam reforming of bioethanol on a catalyst synthesized by the pechini method.....	272
Seitmagzimova G., Serikbayeva Zh., Serikbaeva B. The effect of phosphorite composition on the decomposition efficiency and filtration properties of phosphogypsum.....	286
Suleimenova M., Jumadilov T., Gražulevičius J. Selective sorption of gold and iron ions from cyanide solutions using Lewatit(h ⁺)–AV-17-8(OH ⁻) and Lewatit(Na ⁺)–AV-17-8(Cl ⁻) interpolymer systems.....	304
Taganov Zh., Kozhanova K., Mombekov S., Ewa P., Jumabayeva S. Stability evaluation of multi-polymer hydrogel bases intended for topical probiotic and postbiotic delivery systems.....	319
Taussarova B.R., Shaikhova Zh.E., Abilkasova S.O. Synthesis of silver nanoparticles to impart antimicrobial properties to biodegradable packaging materials.....	331
Tleuova S.T., Zhussipbek G.S., Raiymbekov Y., Nazarbek U., Pochitalkina I.A. Compositional and microstructural features of lignite deposits.....	347
Toleubekova A., Amantaiuly K., Toktassynov S.K., Toshtay K. Trans and saturated fatty acids in edible oils and fat-based products.....	359

МАЗМҰНЫ

Акимбекова Б.Б., Карилхан А., Жорабек А.А., Бақыт З.Е. Сульфидті мыс кендерін селективті флотациялау.....	11
Асембаева Э.К., Диханбай С.Ж., Нурмуханбетова Д.Е., Токтамысова А.Б., Тулегенова Г.У. <i>Lactobacillus Plantarum</i> штаммымен ашытылған көкөніс шырындарының физика-химиялық және биохимиялық қасиеттері.....	23
Байдул М., Жалғасбек Н., Шыбырай Е., Музаффарова Н.Ш., Жәніс Ж. <i>Artemisia Scopiforme</i> сығындысының микробқа қарсы белсенділігі мен GC-MS талдауы.....	41
Байкенов Е.А., Сафаров Р.З., Шоманова Ж.К. Орталық Қазақстан марганец кендеріндегі кальцитті ТГА-ДСК әдісімен сандық бағалау және РФА бойынша кросс-валидация.....	55
Байсалова Ғ., Бауыржан А., Бақдәулет А., А. Талтенов, Акпаева Қ. Орман құлқайыры өсімдігіндегі натрий және калий иондарының мөлшерін ионселективті электрод қатысында потенциометриялық әдіспен анықтау.....	75
Дүзелбаева С.Д., Қасенова Б.А., Ахатова З.С., Қонысбаев С.Р. Жүн майының құрамы және оның тірі организмге физиологиялық әсері.....	88
Еркинқызы А., Жолдас М., Құдайбергенова Б.М., Дюсебаева М.А. <i>Maclura Pomifera</i> өсімдігінің фармакогностикалық сипаттамаларын зерттеу.....	104
Егисина А.М., Нурлыбаева А.Н., Таубаева Р.С., Сейтқан А.С., Матниязова Г.К. Ультрадыбыстық өңделген целлюлоза толтырғышының ТПК матрицасының морфологиясы мен молекулааралық өзара әрекеттесуіне әсері.....	118
Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Имангазы А., Олжабекова Г. КУ-2-8 және АВ-17-8 өндірістік иониттері негізіндегі интерполимерлі жүйенің ванадий және молибден иондарын сорбциялау қабілетін зерттеу.....	131
Заманбекова А.Т., Талғатов Э.Т., Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Сарыүйсін С.Н. Табиғаты әртүрлі полимерлік модификаторларға қатысты титан диоксидінің сорбциялық қасиеттері.....	143
Имангалиева Б., Арынова К., Тренова А., Қожабай Д., Азаматқызы А. Балық қабыршағы негізінде органикалық желім алу, қасиеттерін зерттеу.....	161
Кабдраисова А.Ж., Берганаева А.Е., Байбуркутова М.А., Садвақас Ә.М., Бекешева Қ.Б. Антисептикалық йодофорлардан алынған молекулалық йод: фармацевтикалық қосалқы заттармен үйлесімділігін уф-спектроскопия әдісімен зерттеу.....	176

Қаныкешова А.А., Қунарбекова М.С., Тоқтар М., Абдухаликова Ш., Азат С. КОН және H_3PO_4 қолдана отырып, кофе ұнтағынан кеуекті көміртекті материалдарды гидротермальды және микротолқынды синтездеу.....	191
Кенжалиев Б., Қойжанова А., Абдылдаев Н., Магомедов Д., Ерденова М. Мыс шикізатын химиялық шаймалау кезіндегі қоспа элементтерінің әрекетін зерттеу.....	209
Кипчакбаева А.К., Тағабай Ә.Қ., Тарғын А.Б. <i>Verbascum Thapsus</i> L. өсімдігінің экстрактивті заттары мен биологиялық белсенді қосылыстарының фитохимиялық талдауы.....	223
Қуандықова А.Б., Джиембаев Б.Ж. Тодд-атертон реакциясы жағдайында диалкил N-(2-фенилэтил)- және N-[2-(3,4-диметоксифенил)-этил]амидофосфаттардың синтезі.....	238
Омарова А.А., Нуржанова С.Б., Медетқызы З., Сайділді Ғ.Т., Абиьмагжанов А.З. Цеолитқұрамды катализаторда қ-алкандарды өндеп жоғары сапалы бензин алу.....	253
Оразбекова Р.С., Тунгатарова С.А., Байжұманова Т.С., Ильясова О.С., Қасымқан Қ. Печини әдісімен синтезделген катализаторда бумен биоэтанолды реформингтеу.....	272
Сейтмагзимова Г.М., Серікбаева Ж.С., Серикбаева Б.С., 2026. Фосфорит құрамының ыдырау тиімділігіне және фосфогипстің сүзу қасиеттеріне әсері.....	286
Сүлейменова М., Джумадилов Т., Гражулявичюс Ю. Цианидті ерітінділерден алтын мен темір иондарын Lewatit(h^+)–AV-17-8(OH^-) және Lewatit(Na^+)–AV-17-8(Cl^-) интерполимерлік жүйелерімен селективті сорбциялау.....	304
Таганов Ж., Кожанова К., Момбеков С., Ева Р., Жұмабаева С. Көпполимерлі гидрогельді негіздердің топикалық пробиотикалық және постбиотикалық жеткізу жүйелері үшін тұрақтылығын бағалау.....	319
Таусарова Б.Р., Шаихова Ж.Е., Әбілқасова С.О. Биоыдырайтын орама материалдарына антимикробтық қасиет беру үшін күміс нанобөлшектерін синтездеу.....	331
Тлеуова С., Жүсіпбек Г., Райымбеков Е., Назарбек У., Почиталкина И. Қоңыр көмір кен орындарының құрамдық және микроқұрылымдық ерекшеліктері.....	347
Төлеубекова А.Ғ., Амантайұлы Қ., Токтасынов С.К., Тоштай Қ. Сұйық майлар мен май негізіндегі өнімдердегі транс және қаныққан май қышқылдары.....	359

СОДЕРЖАНИЕ

Акимбекова Б.Б., Карилхан А., Жорабек А.А., Бакыт З.Е. Селективная флотация сульфидных медных руд.....	11
Асембаева Э.К., Диханбай С.Ж., Нурмуханбетова Д.Е., Токтамысова А.Б., Тулегенова Г.У. Физико-химические и биохимические свойства овощных соков, ферментированных штаммом <i>Lactobacillus plantarum</i>	23
Байдул М., Жалгасбек Н., Шыбырай Е., Музаффарова Н.Ш., Женис Ж. Определение антимикробной активности и ГХ-МС-анализ экстракта <i>Artemisia scopiforme</i>	41
Байкенов Е.А., Сафаров Р.З., Шоманова Ж.К. Количественная оценка калыцита методом ТГА-ДСК с кросс-валидацией по РФА в марганцевых рудах Центрального Казахстана.....	55
Байсалова Г., Бауыржан А., Бакдаулет А., Талтенов А., Акпаева К. Определение содержания ионов натрия и калия в растении лесная мальва потенциометрическим методом с ионселективным электродом.....	75
Дузелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р. Состав шерстного жира и его физиологическое действие на живой организм.....	88
Еркинқызы А., Жолдас М., Кудайбергенова Б.М., Дюсебаева М.А. Изучение фармакогностических характеристик <i>Maclura pomifera</i>	104
Егиснинова А.М., Нурлыбаева А.Н., Таубаева Р.С., Сейткан А.С., Матниязова Г.К. Влияние обработанного ультразвуком целлюлозного наполнителя на морфологию и межмолекулярные взаимодействия в матрице ТПК.....	118
Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Имангазы А., Олжабекова Г. Исследование сорбционной способности интерполимерной системы на основе промышленных ионитов КУ-2-8 и АВ-17-8 по отношению к ионам ванадия и молибдена.....	131
Заманбекова А.Т., Талгатов Э.Т., Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Сарыүйсін С.Н. Сорбционные свойства диоксида титана по отношению к полимерным модификаторам различной природы.....	143
Имангалиева Б., Арынова К., Тренова А., Қожабай Д., Азаматқызы А. Получение органического клея на основе рыбной чешуи и изучение его свойств.....	161
Кабдраисова А.Ж., Берганаева А.Е., Байбуркутова М.А., Садвакас А.М., Бекешева К.Б. Молекулярный йод из антисептических иодофоров: исследование совместимости с фармацевтическими вспомогательными веществами методом УФ-спектроскопии.....	176

Каныкешова А.А., Кунарбекова М.С., Тоқтар М., Абдухаликова Ш., Азат С. Гидротермальный и микроволновый синтез пористых углеродных материалов из кофейного жмыха с применением КОН- и H_3PO_4 -активации.....	191
Кенжалиев Б., Койжанова А., Абдылдаев Н., Магомедов Д., Ерденова М. Исследование поведения примесных элементов при химическом выщелачивании медного сырья.....	209
Кипчакбаева А.К., Тагабай А.К., Таргын А.Б. Фитохимический анализ экстрактивных веществ и биологически активных соединений растения <i>Verbascum thapsus</i> L.....	223
Куандыкова А.Б., Джиембаев Б.Ж. Синтез диалкил N-(2-фенилэтил)- и N-[2-(3,4-диметоксифенил) этил] амидофосфатов в условиях реакции Тодда–Аттертона.....	238
Омарова А.А., Нуржанова С.Б., Медеткызы З., Сайділдә Ғ.Т., Абиьмагжанов А.З. Получение высокооктанового бензина путём переработки n-алканов на цеолитсодержащем катализаторе.....	253
Оразбекова Р.С., Тунгатарова С.А., Байжуманова Т.С., Ильясова О.С., Касымқан К. Паровой риформинг биоэтанола на катализаторе, синтезированном методом Печини.....	272
Сейтмагзимова Г.М., Серикбаева Ж.С., Серикбаева Б.С. Влияние состава фосфорита на эффективность разложения и фильтрующие свойства фосфогипса.....	286
Сулейменова М., Джумадилов Т., Гражулявичюс Ю. Селективное извлечение ионов золота и железа из цианидных растворов интерполимерными системами Lewatit(H^+)–AV-17-8(OH^-) и Lewatit(Na^+)–AV-17-8(Cl^-).....	304
Таганов Ж., Кожанова К., Момбеков С., Poleszak E., Жумабаева С. Оценка стабильности многополимерных гидрогелевых основ, предназначенных для топических пробиотических и постбиотических систем доставки.....	319
Таусарова Б.Р., Шаихова Ж.Е., Абилкасова С.О. Синтез наночастиц серебра для придания антимикробных свойств биоразлагаемым упаковочным материалам.....	331
Глеуова С., Жусипбек Г., Райымбеков Е., Назарбек У., Почиталкина И. Составные и микроструктурные особенности залежей бурого угля.....	347
Толеубекова А.Г., Амантайулы К., Токтасынов С.К., Тоштай К. Транс- и насыщенные жирные кислоты в пищевых маслах и жировых продуктах.....	359

©Jumadilov T.K., Khimersen Kh.*, Imangazy A., Olzhabekova G., 2026.

A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: huana88@mail.ru

STUDY OF THE SORPTION CAPACITY OF AN INTERPOLYMER SYSTEM BASED ON INDUSTRIAL ION EXCHANGERS KU-2-8 AND AV-17-8 TOWARDS VANADIUM AND MOLYBDENUM IONS

Jumadilov Talkybek — Doctor of Chemical Sciences, Professor; A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: jumadilov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9505-3719>;

Khimersen Khuangul — PhD, Scientific Researcher; A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: huana88@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-5138-5997>;

Imangazy Aldan — Scientific Researcher; A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: kazpetrochem@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7834-1022>;

Olzhabekova Gauhar — Engineer; A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: gauharolzhabek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4730-5248>.

Abstract: This scientific article describes the sorption properties of the KU-2-8:AV-17-8 interpolymer system in a binary solution containing vanadium and molybdenum. The aim of the work is to investigate the sorption properties of interpolymer systems based on the widely used industrial ion-exchange resins KU-2-8 (cation exchanger) and AV-17-8 (anion exchanger) in a complex solution containing vanadium and molybdenum ions. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES), Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy, and thermogravimetric analysis were employed in the study. The research findings indicate that the highest degree of molybdenum sorption was recorded at the KU-2-8:AV-17-8 interpolymer system ratios of 1:5 and 2:4. After 48 hours, the sorption degree at these points reached 48.30% and 45.51%, respectively. The sorption activity in the interpolymer system is significantly higher compared to individual ion exchangers. For vanadium ions, the 2:4 ratio of the KU-2-8:AV-17-8 system demonstrated a high sorption degree (~52% at 48 hours). In cases involving only the cation exchanger (6:0) or only the anion exchanger (0:6), the sorption degree remained low (within the range of 25–38%). The distribution coefficients of the system were $K_d(\text{Mo}) = 1.392 \cdot 10^3$ and $K_d(\text{V}) = 1.826 \cdot 10^3$. The optical density values in the IR spectra of the polymer samples changed after the sorption process.

Since vanadium exists in various ionic forms (VO^{2+} , VO_4^{3-}) depending on the pH of the solution, sorption occurred simultaneously on both the cation and anion exchangers. This proves the importance of the simultaneous effect of two different functional groups (acidic and basic). The study results demonstrated that the use of an interpolymer system composed of KU-2-8:AV-17-8 industrial resins is an effective and promising method for the complex extraction of molybdenum and vanadium ions from aqueous solutions.

Keywords: KU-2-8; AV-17-8; interpolymer system; vanadium; molybdenum; sorption degree

Financing. *The study was conducted with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Program No. BR27101179)*

For citations: Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Imangazy A., Olzhabekova G. Study of the sorption capacity of an interpolymer system based on industrial ion exchangers KU-2-8 and AV-17-8 towards vanadium and molybdenum ions. Academic Scientific Journal of Chemistry, 2026. — No.2. — P. 131–142. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1491.368>

©Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х.*, Имангазы А., Олжабекова Г., 2026.
«Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан.
E-mail: huana88@mail.ru

КУ-2-8 ЖӘНЕ АВ-17-8 ӨНДІРІСТІК ИОНИТТЕРІ НЕГІЗІНДЕГІ ИНТЕРПОЛИМЕРЛІ ЖҮЙЕНІҢ ВАНАДИЙ ЖӘНЕ МОЛИБДЕН ИОНДАРЫН СОРБЦИЯЛАУ ҚАБІЛЕТІН ЗЕРТТЕУ

Джумадилов Талқыбек — химия ғылымдарының докторы, профессор, «Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

E-mail: jumadilov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9505-3719>;

Химэрсэн Хуангул — PhD, ғылыми қызметкер, «Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

E-mail: huana88@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5138-5997>;

Имангазы Алдан — ғылыми қызметкер, «Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

E-mail: kazpetrochem@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7834-1022>;

Олжабекова Гаухар — инженер, «Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

E-mail: gauharolzhabek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4730-5248>.

Аннотация: Бұл ғылыми мақалада КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлік жүйесінің ванадий және молибденнен тұратын бинарлы ерітіндідегі сорбциялық қасиеті сипатталған. Жұмыстың мақсаты өндірісте кеңінен қолданылатын КУ-2-8 (катионит) және АВ-17-8 (анионит) ион алмастырғыш шайырлары негізінде құрылған интерполимерлі жүйелердің ванадий мен молибден иондары бар күрделі ерітіндідегі сорбциялық қасиетін зерттеу. Зерттеуге индуктивті байланысқан

плазмалық оптикалық эмиссиялық спектрометрі, Фурье түрлендіру инфрақызыл (FTIR) спектрометрі және термогравиметриялық талдау әдістері қолданылды. Зерттеу нәтижелерінен молибденнің ең жоғары сорбция дәрежесі интерполимерлі жүйенің КУ-2-8:АВ-17-8 1:5 және 2:4 қатынастарында тіркелді. 48 сағаттан кейін бұл нүктелерде сорбция дәрежесі 48.30% және 45.51%-ға жетті. Жеке иониттермен салыстырғанда интерполимерлі жүйеде сорбция белсенділігі айтарлықтай жоғары. Ванадий иондары үшін КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйенің 2:4 қатынасы жоғары сорбция дәрежесін (48 сағатта ~52%) көрсетті. Тек ғана катионит (6:0) немесе тек ғана анионит (0:6) жағдайында сорбция дәрежесі төмен (25-38% шамасында). Жүйенің таралу коэффициенттері $K_d(\text{Mo}) = 1.392 \cdot 10^3$ және $K_d(\text{V}) = 1.826 \cdot 10^3$ болды. Сорбциядан кейінгі полимер үлгілерінің ИҚ спектрлерінде оптикалық тығыздық мәндері өзгерген. Ерітіндінің рН мәніне байланысты ванадий әртүрлі иондық формада (VO_2^{2+} , VO_4^{3-}) кездесетіндіктен катионит пен анионитте сорбция қатар жүрген. Бұл екі түрлі функционалды топтың (қышқылдық және негіздік) бір мезгілде әсер етуі маңызды екенін дәлелдейді. Зерттеу нәтижелері КУ-2-8:АВ-17-8 өндірістік шайырлардан құрылған интерполимерлік жүйесін қолдану сулы ерітінділерден молибден және ванадий иондарын кешенді түрде бөліп алудың тиімді әрі перспективалы әдісі екенін көрсетті.

Түйін сөздер: галлий, катионалмастырғыш шайырлар, ПАҚ гидрогелі, леватит CNPLF, КУ-2-8, Amberlite IR120, сорбция дәрежесі

©Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х.*, Имангазы А., Олжабекова Г., 2026.

АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан.

E-mail: huana88@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИОНИТОВ КУ-2-8 И АВ-17-8 ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ ВАНАДИЯ И МОЛИБДЕНА

Джумадилов Талкыбек — доктор химических наук, профессор, АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,

E-mail: jumadilov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9505-3719>;

Химэрсэн Хуангул — PhD, научный сотрудник, АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,

E-mail: huana88@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5138-5997>;

Имангазы Алдан — научный сотрудник, АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,

E-mail: kazpetrochem@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7834-1022>;

Олжабекова Гаухар — инженер, АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,

E-mail: gauharolzhabek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4730-5248>.

Аннотация: В статье представлены результаты исследования сорбционных свойств интерполимерной системы КУ-2-8:АВ-17-8 в бинарном растворе, содержащем ионы ванадия и молибдена. Целью работы является изучение

эффективности интерполимерных систем, созданных на основе широко применяемых в промышленности ионообменных смол КУ-2-8 (катионит) и АВ-17-8 (анионит), при извлечении ионов ванадия и молибдена из сложных водных растворов. В работе использованы методы оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) и термогравиметрического анализа. Установлено, что максимальная степень сорбции молибдена достигается при соотношениях компонентов интерполимерной системы КУ-2-8:АВ-17-8, равных 1:5 и 2:4. Через 48 часов степень сорбции составила 48,30 % и 45,51 % соответственно. Сорбционная активность интерполимерной системы оказалась значительно выше по сравнению с индивидуальными ионитами. Для ионов ванадия наиболее эффективным оказалось соотношение КУ-2-8:АВ-17-8 = 2:4, при котором степень сорбции через 48 часов достигала около 52 %. При использовании только катионита (6:0) или только анионита (0:6) степень сорбции оставалась существенно ниже и составляла 25–38 %. Коэффициенты распределения составили $K_d(\text{Mo}) = 1,392 \times 10^3$ и $K_d(\text{V}) = 1,826 \times 10^3$. Анализ ИК-спектров полимеров после сорбции показал изменение значений оптической плотности, что свидетельствует о взаимодействии функциональных групп сорбентов с извлекаемыми ионами. Поскольку ванадий в зависимости от pH среды может существовать в различных ионных формах (VO_2^+ , VO_4^{3-}), процесс сорбции протекает одновременно на катионите и анионите. Это подтверждает важную роль совместного действия кислотных и основных функциональных групп. Полученные результаты свидетельствуют о том, что интерполимерная система на основе промышленных смол КУ-2-8 и АВ-17-8 является эффективным и перспективным сорбционным материалом для комплексного извлечения ионов молибдена и ванадия из водных растворов.

Ключевые слова: КУ-2-8, АВ-17-8, интерполимерная система, ионы ванадия, ионы молибдена, сорбция, степень сорбции, коэффициент распределения

Кіріспе. Қазіргі таңда молибден (Mo), ванадий (V) элементтері энергетика, аэроғарыш техникасы, материалтану және химия өнеркәсібінің тұрақты дамуын қамтамасыз ететін стратегиялық маңызды металдар (de Paz Carmona et al., 2024). Молибден мұнай өңдеу процестеріндегі катализаторлардың ажырамас құрамдас бөлігі ретінде танылса, ванадий энергияны сақтау жүйелеріндегі ерекше рөліне байланысты «энергетикалық металдар» қатарына жатады (Yarui et al., 2023). Алайда, аталған металдарға деген жаһандық сұраныстың қарқынды өсуі олардың табиғи қорларының азаюына және тапшылық мәселесінің туындауына әкеліп соқты. Осыған байланысты, ресурс қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында молибден, ванадий сияқты металдарды бастапқы шикізаттан ғана емес, сонымен қатар қайталама ресурстардан алу мен бөлудің тиімді технологияларын жасау өзекті мәселеге айналып отыр (Henckens et al., 2018; Elshkaki et al., 2017).

Әдеби шолу. Ванадий (IV) мен молибденді (VI) сулы ерітінділерден бөлу процесі олардың кең pH диапазонында әртүрлі химиялық формаларда тұрақты болуына байланысты айтарлықтай қиындықтар тудырады. Осы мәселені шешу

мақсатында зерттеушілер тұндыру, белсендірілген көмірмен адсорбциялау, еріткіш экстракциясы және ион алмасу сияқты әртүрлі әдістерді ұсынды (Kim et al., 2015; Fu et al., 2018; Nguyen et al., 2015; Liu et al., 2020; Yang et al., 2020; Wang et al., 2019). Ион алмасу әдісі ванадий мен молибденнің экологиялық таза және пайдалануға оңай екінші реттік ресурстарды қалпына келтіру әдістерінің бірі. Бұл элементтер сулы ортада анион түрінде болатындықтан, оларды бөліп алу және қалпына келтіру үшін анион алмастырғыш шайырлар қолданылады (Ismailova et al., 2025; An et al., 2017; Wang et al., 2024; MacKeown et al., 2021). Дегенмен, қолданыстағы ион алмасу әдістерінің бірқатар кемшіліктері бар: десорбция процесінің күрделілігі, сорбциялық сыйымдылықтың төмендігі және т.б. Сондықтан, иондарды сұрыптап бөлу мүмкіндігі жоғары, десорбция мен регенерация тиімділігі жақсартылған жаңа шайырларды синтездеу заманауи бөлу технологияларының басым бағыты болып табылады (Guo et al., 2021).

Соңғы жылдары сулы ортадан сирек жер металдары және бағалы металдарды селективті бөліп алу мақсатында өзара активтенген ион алмастырғыштар мен интерполимерлі жүйелерге бірқатар зерттеулер жүргізілді (Jumadilov et al., 2024; Dyussebayeva et al., 2025). Функционалды полимерлердің өзара активтенуі полимер тізбектерінің иондану дәрежесі мен конформациясын өзгертіп, металл иондарымен донорлы-акцепторлы байланыс түзуге қабілетті жаңа адсорбциялық орталықтардың қалыптасуына жағдай жасайды. Бұл үдеріс полимерлі жүйенің сорбциялық сыйымдылығын және таңдамалылығын арттыруға мүмкіндік береді (Jumadilov et al., 2024a; Dyussebayeva et al., 2025; Jumadilov et al., 2024b). Осыған орай, бұл зерттеудің мақсаты – өндірісте кеңінен қолданылатын КУ-2-8 (катионит) және АВ-17-8 (анионит) ион алмастырғыш шайырлары негізінде құрылған интерполимерлі жүйелердің ванадий мен молибден иондары бар күрделі ерітіндідегі сорбциялық қасиетін зерттеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеуге КУ-2-8 (Новохим, Харьков, Украина) күшті катион алмастырғыш және АВ-17-8 (Азот, Черкассы, Украина) күшті анион алмастырғыш шайырлары қолданылды. Мо және V бар модельді ерітінді Na_2MoO_4 (Sigma-Aldrich) және NaVO_4 (Sigma-Aldrich) тұздарын дистилденген суда еріту арқылы дайындалды. Ерітіндідегі Мо және V концентрациясы 5 мг/л.

Жабдықтар. Молибден және ванадий иондарының концентрациясы индуктивті байланысқан плазмалық оптикалық эмиссиялық спектрометрде (ICP-OES, iCAP PRO XP, Thermo Fisher Scientific) анықталды. Фурье түрлендіру инфрақызыл (FTIR) спектроскопиясы (Nicolet 5700, ThermoFisher Scientific, Мэдисон, АҚШ) функционалдық топтардағы өзгерістерді зерттеу үшін пайдаланылды, үлгілердің $500\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ диапазонындағы спектрлері алынды. ТГ/ДСК талдауы TG 209 F3 (NETZSCH, Германия) құралында жүргізілді.

Сорбция параметрлері. Полимерлердің сорбция дәрежесі келесі теңдеумен есептелді:

$$\eta = \frac{c_0 - c_e}{c_0} * 100\%, \quad (1)$$

мұндағы C_0 және C_e (мг/л) ерітіндідегі металл иондарының бастапқы және тепе-теңдік концентрациялары, мг/л.

Металл иондарының ерітіндімен ионалмастырғыш шайыр арасында таралу коэффициенті (K_d) мына теңдеумен есептелді:

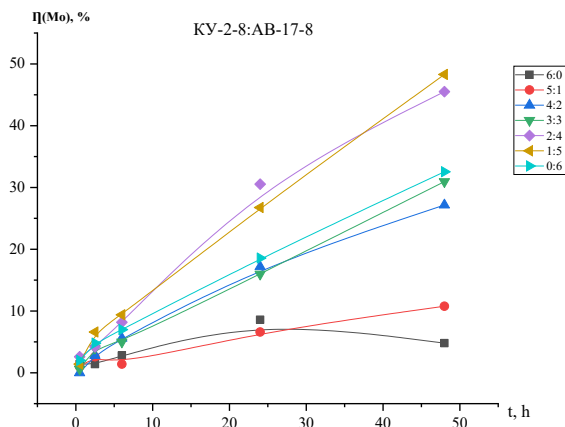
$$Kd = \frac{C_0 - C_e}{C_e} \cdot \frac{V}{m}, \quad (3)$$

мұндағы C_0 және C_e (мг/л) – металл иондарының бастапқы және тепе-теңдік концентрациялары; V – ерітіндінің көлемі, мл; m – полимердің құрғақ массасы, г.

Мо және V иондарының бөліну коэффициенті мына теңдеумен есептелді:

$$\beta = \frac{Kd_{Mo}}{Kd_V} \quad (4)$$

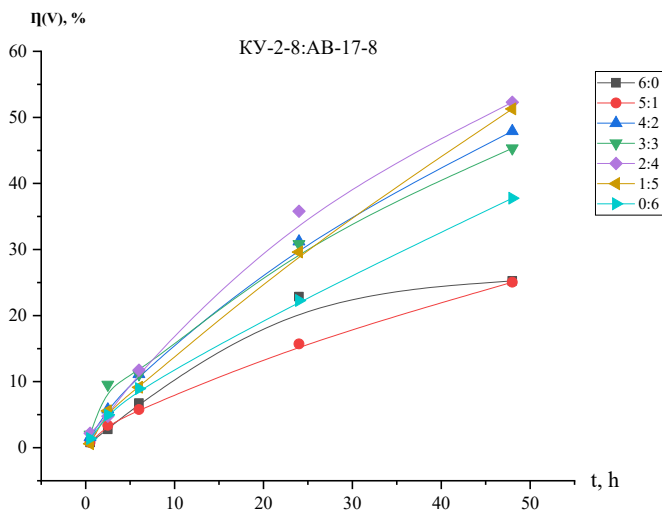
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Сорбциялық тәжірибелер Мо–V бинарлы ерітіндісінде ($pH \approx 5.4$, $C_0=5$ мг/л, полимерлердің массасы $\Sigma m=0.12$ г, 298 К) жүргізілді. 1-суретте КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйесінің молибден иондарына қатысты сорбция дәрежесі берілген. Алғашқы 30 минут ішінде молибденнің айтарлықтай сінуі байқалмады. Молибденнің сорбциясы 6 сағаттан кейін 5% дан 48 сағатта 48%-ға дейін біртіндеп өсіп, содан кейін қаныққан күйге жетті. Ең жоғары сорбция дәрежесі интерполимерлі жүйенің КУ-2-8:АВ-17-8 1:5 және 2:4 қатынастарында тіркелді. 48 сағаттан кейін бұл нүктелерде сорбция дәрежесі тиісінше 48.30% және 45.51%-ға өскен. Жеке иониттермен салыстырғанда (6:0 қатынасында 4.79% немесе 0:6 қатынасында 32.53%), интерполимерлі жүйеде сорбция белсенділігі айтарлықтай жоғары. Бұл жүйедегі полимерлердің өзара активтену барысында иондану дәрежесі мен конформациясы өзгеріп, жүйенің сорбциялық сыйымдылығы артқанын көрсетеді.



Сурет 1 – Молярлық қатынастары әртүрлі КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйелердің молибден иондарына қатысты сорбция дәрежесі

КУ-2-8-АВ-17-8 интерполимерлі жүйенің ванадий иондарын сорбциялау динамикасы 2-суретте берілген. Барлық молдік қатынастар үшін ортақ заңдылық байқалады. Бастапқы 6-сағатқа дейін полимерлердің сорбция дәрежесі барлық молдік қатынас үшін төмен. Әрекеттесу уақыты 24 сағатқа жеткенде сорбция өте қарқынды жүрген. 48 сағатта сорбция жылдамдығы баяулап, қисықтар түзу сызыққа жақындай бастайды. Бұл жүйенің сорбциялық тепе-теңдікке жақындағанын білдіреді. Ең жоғары сорбция дәрежесі КУ-2-8-АВ-17-8 интерполимерлі жүйенің 2:4 қатынасында (48 сағатта ~52%) байқалды. Тек қана катионит (6:0) немесе тек қана анионит (0:6) жағдайында сорбция дәрежесі төмен (25-38% шамасында). Бұл таза шайырларға қарағанда, интерполимерлі жүйе әлдеқайда тиімді екенін көрсетеді.

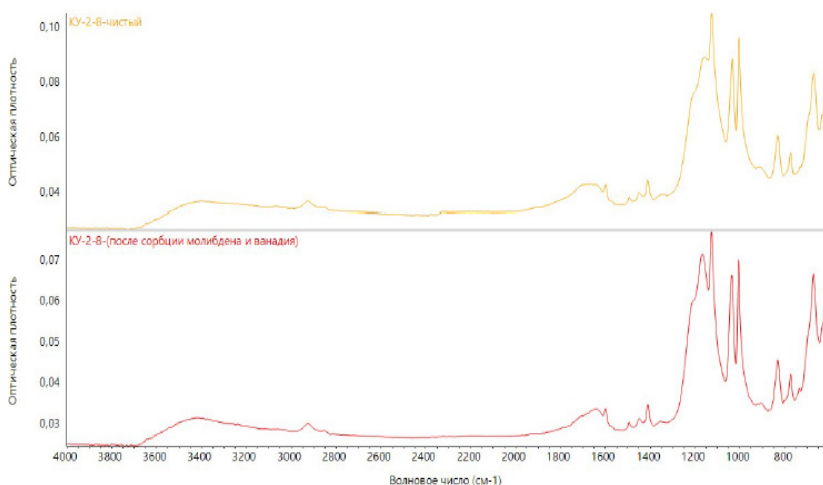
Ванадий ерітіндіде ортаның рН мәніне байланысты әртүрлі формада (катионды VO_2^+ немесе анионды VO_4^{3-} , $\text{VO}_2(\text{OH})_2^-$ т.б.) кездесе алады (Zeng et al., 2010; Nwe Shwan et al., 2014). Берілген қисықтардан катионит пен анионитте сорбция қатар жүргені көрініп тұр. Бұл ерітіндіде ванадийдің полианионды немесе кешенді формаларының бар екенін және олардың сорбциялануы үшін екі түрлі функционалды топтың (қышқылдық және негіздік) бір мезгілде әсер етуі маңызды екенін дәлелдейді. Таралу коэффициенттері (K_d) сорбциялық артықшылықты сандық бағалау үшін (3) теңдеуге сәйкес есептелді. Есептеуге сәйкес $K_d(\text{Mo}) = 1.392 \cdot 10^3$ және $K_d(\text{V}) = 1.826 \cdot 10^3$ болды. Селективтілік коэффициенті $\beta_{\text{V/Mo}} = 1,312 \cdot 10^3$ берді. Бұл нәтижелер КУ-2-8:АВ-17-8 жүйесінің V(IV) иондары үшін орташа артықшылық көрсетті.



Сурет 2 – Молярлық қатынастары әртүрлі КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйелердің ванадий иондарына қатысты сорбция дәрежесі

3-суретте КУ-2-8 катион алмастырғыш шайырының молибден (Mo) және ванадий (V) иондарының сорбциясына дейінгі және кейінгі ИҚ-спектрлері берілген. Екі суреттеде мынадай тұрақты жолақтар бар: $3405\text{--}3422\text{ см}^{-1}$ – гидроксил

топтарының ($-\text{OH}$) және шайыр құрамындағы су молекулаларының созылмалы тербелістері; 2929 см^{-1} – полимерлі қаңқадағы алифатты CH_2 топтарының тербелісі, $1600\text{--}1647\text{ см}^{-1}$ – бензол сақинасындағы $\text{C}=\text{C}$ байланыстарының тербелісі және судың деформациялық тербелістері; $1127\text{--}1160\text{ см}^{-1}$ және $1006\text{--}1038\text{ см}^{-1}$ – бұл сульфотоптардың (SO_3^-) асимметриялық және симметриялық тербелістері. Ал сорбциядан кейінгі спектрде оптикалық тығыздық мәндері төмендеген. Бұл металл иондарының сульфотоптармен байланысқа түскенін көрсетеді. Сульфотоптар аймағында ($1000\text{--}1200\text{ см}^{-1}$) шыңдар аздап ығысып 1128 см^{-1} және 1008 см^{-1} , пішіні өзгерген. Бұл металл катиондарының (Mo және V оксикатиондары түрінде болуы мүмкін) күкірт қышқылы топтарымен иондық байланыс түзгенін дәлелдейді. Молибден мен ванадий иондары шайырдың активті орталықтарымен химиялық әрекеттесіп, кешенді қосылыстар немесе иондық жұптар түзетіндіктен, негізгі өзгерістер сульфотоптар мен сақиналы құрылымдар аймағында байқалады.

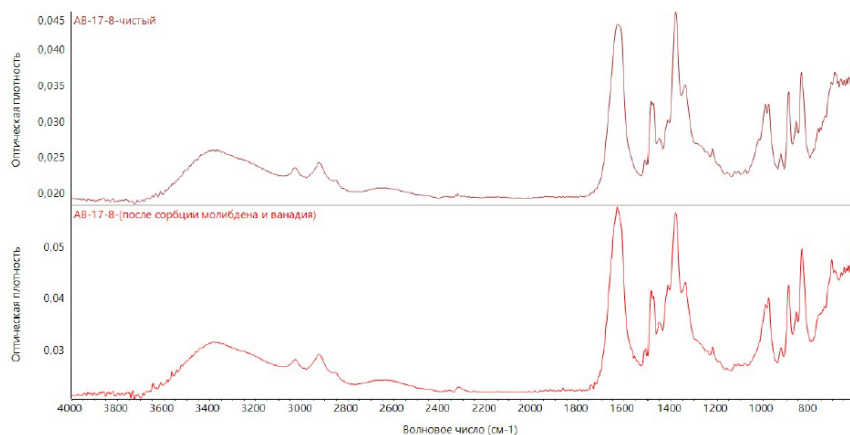


Сурет 3 – КУ-2-8 катион алмастырғыш шайырының молибден (Mo) және ванадий (V) иондарының сорбциясына дейінгі және кейінгі ИҚ-спектрлері

АВ-17-8 ионалмастырғышының таза күйіндегі және сорбциядан кейінгі ИҚ-спектрлері 4-суретте берілген. Екі спектрде де шайырдың негізгі құрылымына тән жолақтар сақталған: $3371\text{--}3389\text{ см}^{-1}$ – шайыр құрамындағы су молекулалары мен гидроксил топтарының ($-\text{OH}$) созылмалы тербелістері; 3028 см^{-1} – ароматты сақинадағы $\text{C}-\text{H}$ байланыстарының тербелісі; 2929 см^{-1} – алифатты CH_2 және CH_3 топтарының тербелістері; $1630\text{--}1632\text{ см}^{-1}$ – бензол сақинасындағы $\text{C}=\text{C}$ байланыстары; 1488 см^{-1} және 1382 см^{-1} – төрттік аммоний тобына тән тербелістер.

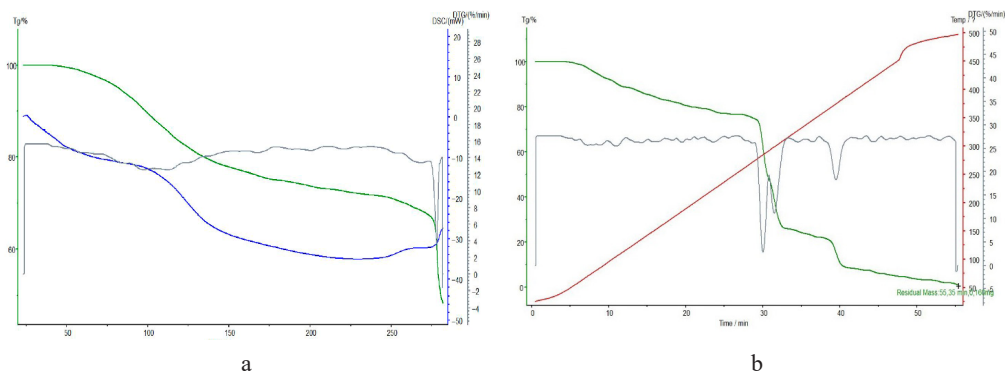
Сорбциядан кейінгі үлгінің спектрінде барлық негізгі шыңдардың оптикалық тығыздығы өскен. Мысалы, 1630 см^{-1} тұсындағы шың 0.043 -тен 0.058 -ге дейін жоғарылаған. Бұл шайыр құрылымына ауыр металл кешендерінің енуіне байланысты жүйенің поляризациялануының артқанын көрсетеді. $991\text{--}992\text{ см}^{-1}$ және $924\text{--}925\text{ см}^{-1}$ аймағындағы өзгерістер молибденил (MoO_2^{2+}), ванадил (VO^{2+})

топтарының тербелістеріне сәйкес келеді. 1416 см^{-1} және 1339 см^{-1} аймағындағы өзгерістер төрттік аммоний топтарының металл аниондарымен ($[\text{MoO}_4]^{2-}$ немесе $[\text{V}_{10}\text{O}_{28}]^{6-}$) электростатикалық әрекеттесуге түскенін растайды.



Сурет 4 – АВ-17-8 анион алмастырғыш шайырының молибден (Mo) және ванадий (V) иондарының сорбциясына дейінгі және кейінгі ИҚ-спектрлері

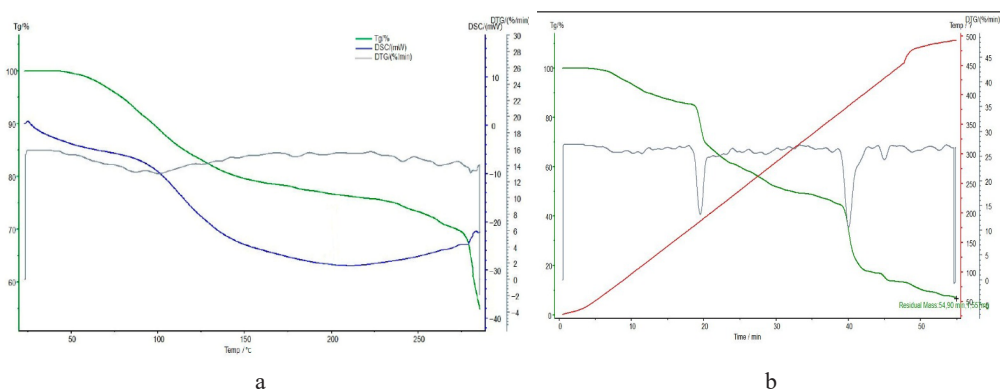
КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлі жүйесінің термиялық тұрақтылығын және фазалық ауысуларын анықтау мақсатында катиониттің таза және сорбциядан кейінгі үлгілеріне ТГ/ДСК талдаулары жасалды. Таза КУ-2-8 шайыры мен оның металл иондарымен (Mo, V) қаныққан үлгілерінің термогравиметриялық қисықтарын (5-сурет) салыстырсақ, үш негізгі ыдырау кезеңінен өткенін көреміз. Салмақ жоғалту шамамен $50\text{--}150^\circ\text{C}$ аралығында басталып, біртіндеп төмендейді. Бұл шайырдың гидрофильді сульфотоптарымен байланысқан гидратты судың булануына сәйкес келеді. $250\text{--}350^\circ\text{C}$ аралығында ДТГ қисығында айқын экзотермиялық эффектімен қатар жүретін төмендеу байқалады. Бұл сульфотоптардың ($-\text{SO}_3\text{H}$) ыдырап, күкірт оксидтерінің бөліну кезеңі. Ал металл иондарының сорбциясынан кейін $100\text{--}180^\circ\text{C}$ аймағында салмақ жоғалту қисығы өзгерген. Бұл кезеңдегі салмақ жоғалту қарқындылығы (ДТГ шыңы) аздап төмендейді. Бұл металл иондарының сульфотоптармен берік химиялық байланыс түзіп, олардың термиялық тұрақтылығын аздап арттырғанын көрсетеді. $400\text{--}500^\circ\text{C}$ жоғары температурада стирол-дивинилбензол матрицасының көміртекті қаңқасы ыдырайды. Термогравиметриялық талдаудан КУ-2-8 шайырының матрицасына молибден мен ванадий иондарының енуі жүйенің термиялық сипаттамаларын өзгерткенін және соңғы қалдық массаның едәуір артқаны байқалады.



Сурет 5 – ТГ, ДСК және ДТГ қисықтары: а - KV-2-8 таза ; б - молибден (VI) және ванадий (IV) иондарымен

AB-17-8 аниониттің бастапқы және металл иондарымен қаныққан үлгілерінің термогравиметриялық талдауларына келер болсақ (6-сурет), таза аниониттің термиялық деструкциясы бірнеше кезеңнен тұрады: 40–120 °C массаның шамамен 15-18%-ға кемуі байқалады. Бұл процесс ионит құрылымындағы бос судың және гидраттық қабықшадағы су молекулаларының бөлінуімен (дегидратация) түсіндіріледі. ДТГ қисығындағы алғашқы ауытқу осы температура аралығына сәйкес келеді. Келесі 180–280 °C полимерлік қаңқаның функционалдық топтарының ыдырауы басталады. ДСК қисығындағы эндотермиялық эффектілер химиялық байланыстардың үзілуін растайды. 280 °C-тан жоғары температурада үлгінің массасы күрт төмендеп, полимерлік матрицаның деструкциясы тереңдей түседі. Мо және V иондарына қаныққан анионит үлгісінде термограмманың сипаты айтарлықтай өзгереді, бұл сорбент құрылымында жаңа химиялық кешендердің түзілгенін көрсетеді.

Термиялық ыдырау соңында (500 °C-қа жуық) үлгінің қалдық массасы шамамен 5-7%-ды құрайды. Бұл қалдық сорбцияланған металдардың (Мо және V) тұрақты оксидті қосылыстары болып табылады.



Сурет 6 – ТГ, ДСК және ДТГ қисықтары: а – бастапқы АВ-17-8 ; б - АВ-17-8 молибден (VI) және ванадий (IV) иондарымен

Қорытынды. Зерттеу жұмысының нәтижелері КУ-2-8 және АВ-17-8 иониттерінен құралған интерполимерлік жүйенің ванадий мен молибден иондарын сорбциялауда жекелеген шайырларға қарағанда тиімділігі жоғары екенін көрсетті. Жүргізілген талдаулар негізінде келесідей негізгі тұжырымдар жасалды:

1. Интерполимерлік жүйенің құрамындағы компоненттердің қашықтан өзара әрекеттесуі сорбциялық қабілетті едәуір арттырады. Молибден (Мо) үшін ең жоғары сорбция дәрежесі КУ-2-8:АВ-17-8 жүйесінің 1:5 және 2:4 молдік қатынастарында байқалды (45-48%). Ванадий (V) үшін полимерлердің 2:4 молдік қатынасы тиімді болды, мұнда сорбция дәрежесі 52%-ға жетті. Бұл нәтижелер жеке катионит (6:0) немесе анионитпен (0:6) салыстырғанда (25-38%) жоғары.

2. Сорбциядан кейінгі ИҚ спектрлердегі оптикалық тығыздықтың өзгеруі металл иондары мен полимерлердің функционалды топтары арасында химиялық байланыстың түзілгенін растайды. Жүйенің таралу коэффициенттері ($K_d(\text{Mo}) = 1.392 \cdot 10^3$, $K_d(\text{V}) = 1.826 \cdot 10^3$) металдарды ерітіндіден бөліп алудың тиімділігін көрсетеді.

References

- de Paz Carmona H., Kocík J., Hidalgo Herrador J.M. & Vráblík A. (2024) Effectiveness of Mo, NiMo, and CoMo catalysts for co-hydroprocessing furfural-acetone aldol condensation adducts with atmospheric gas oil to produce biofuels. *Fuel*. – 355. – Art. No. 129489. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.129489>. (in English)
- An Y., Ma B., Li X., Chen Y., Wang C., Wang B., Gao M. & Feng G. (2023) A review on the roasting-assisted leaching and recovery of V from vanadium slag. *Process Safety and Environmental Protection*. – 173. – P. 263-276. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.03.013>. (in English)
- Henckens M.L.C.M., Driessen P.P.J. & Worrell E. (2018) Molybdenum resources: Their depletion and safeguarding for future generations. *Resources, Conservation and Recycling*. – 134. – P. 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.002>. (in English)
- Elshkaki A., Barbara K.R. & Graedel T.E. (2017) Anthropogenic nickel supply, demand, and associated energy and water use. *Resources, Conservation and Recycling*. – 125. – P. 300-307. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.002>. (in English)
- Kim H.I., Lee K.W., Mishra D., Yi K.M., Hong J.H., Jun M.K. & Park H.K. (2015) Separation of molybdenum and vanadium from oxalate leached solution of spent residue hydrosulfurization (RHDS) catalyst by liquid–liquid extraction using amine extractant. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. – 21. – P. 1265-1269 <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2014.05.043>. (in English)
- Fu H., Li Y., Cao G. & Zhao Z. (2018) Separation of Tungsten from Phosphorus-Containing Molybdate Solution Using Solvent Extraction with Primary Amine N1923. *JOM (The journal of the Minerals, Metals & Materials Society)*. – 70 (12). – P. 2864–2868. <https://doi.org/10.1007/s11837-018-3167-7>. (in English)
- Nguyen T.H. & Lee M.S. (2015) Separation of molybdenum(VI) and tungsten(VI) from sulfate solutions by solvent extraction with LIX 63 and PC 88A. *Hydrometallurgy*. – 155. – P. 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2015.04.014>. (in English)
- Liu F., Hua R., Zhang F., Liu H., Lee C.-P., Liu H. & Xu B. (2020) Adsorption and separation of Re (VII) using trimethylaminefunctionalized strong base anion exchange resin. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. – 326. – P. 445–454. <https://doi.org/10.1007/s10967-020-07305-3>. (in English)
- Yang B., Wu S., Liu X., Yan Z., Liu Y., Li Q., Yu F. & Wang J. (2020) Solid-phase extraction and separation of heavy rare earths from chloride media using P227-impregnated resins. *Rare Metals*. – 40. – P. 2633–2644. <https://doi.org/10.1007/s12598-020-01549-4>. (in English)
- Wang W., Maimaiti A., Shi H., Wu R., Wang R., Li Z., Qi D., Yu G. & Deng S. (2019) Adsorption behavior and mechanism of emerging perfluoro-2-propoxypropanoic acid (GenX) on activated carbons and resins. *Chemical Engineering Journal*. – 364. – P. 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.01.153>. (in English)

Ismailova A., Rashit D., Kossova T. & Tileuberdi Y. (2025) Selective Removal of Mo and W from Acidic Leachates Using Thiourea Modified Macroporous Anion Exchanger. *Molecules*. – 30 (18). – 3803. <https://doi.org/10.3390/molecules30183803>. (in English)

An F.Q., Wu R.Y., Li M., Hu T.P., Gao J.F. & Yuan Z.G. (2017) Adsorption of heavy metal ions by iminodiacetic acid functionalized D301 resin: Kinetics, isotherms and thermodynamics. *Reactive and Functional Polymers*. – 118. – P. 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2017.07.005>. (in English)

Wang M., Yang X., Wen J., Li W., Yang H. & Liu W. (2024) Selective anion exchange adsorption of molybdenum (VI) at low concentrations from an acid leached vanadium shale solution containing aluminium and phosphorus. *Hydrometallurgy*. – 229. – 106366. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2024.106366>. (in English)

MacKeown H., Gyamfi J.A., Delaporte M., Schoutteten K.V.K.M., Verdickt L., Ouddane B. & Criquet J. (2021) Removal of disinfection by-product precursors by ion exchange resins. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 9. – P. 20–24. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104602>. (in English)

Guo F., Xi X., Ma L., Nie Zh. & Nie Z. (2021) Highly efficient sorption of molybdenum from tungstate solution with modified D301 resin. *RSC Advances*. – 11. – P. 32047-32056. <https://doi.org/10.1039/d1ra04458c>. (in English)

Jumadilov T.K., Khimersen K., Haponiuk J.T. & Totkhuskyzy B. (2024) Enhanced Lutetium Ion Sorption from Aqueous Solutions Using Activated Ion Exchangers. *Polymers*. – 16 (2). – 220. <https://doi.org/10.3390/polym16020220>. (in English)

Dyussebayeva G., Jumadilov T., Gražulevicius J., Mukatayeva Z., Khimersen K. & Totkhuskyzy B. (2025) Selective Gold Ion Sorption from Iron-Containing Solution Using an Interpolymer System of Industrial Ion Exchangers. *Polymers*. – 17 (20). – 2808. <https://doi.org/10.3390/polym17202808>. (in English)

Jumadilov T.K., Imangazy A.M., Khimersen K. & Haponiuk J.T. (2024) Remote interaction effect of industrial ion exchangers on the electrochemical and sorption equilibrium in scandium sulfate solution. *Polymer Bulletin*. – 81. – P. 2023–2041. <https://doi.org/10.1007/s00289-023-04800-x>. (in English)

Zeng L., Li Q.G., Xiao L.S. & Zhang Q.X. (2010) A study of the vanadium species in an acid leach solution of stone coal using ion exchange resin. *Hydrometallurgy*. – 105. – P. 176-178. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2010.07.001>. (in English)

Nve Shwan W. (2014) Sorbcionnoe izvlechenie vanadiya (V) iz razbavlenykh rastvorov [Sorption extraction of vanadium (V) from dilute solutions]. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow. (in Russian)

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty)**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Requirements for articles design for publication in the journal are available on the websites:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

*Managing Editor: A.Shormakova
Editors: D.S. Alenov, T. Apendiev
Computer layout: G.D. Zhadyranova*

Signed for print: June 30, 2026

Format: 70×90 1/16. 24.0 printed sheets. Order No. 2