

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,
catalysis and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

3 (452)

JULY – SEPTEMBER 2022

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, PhD докторы, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

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

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

АГАБЕКОВ В ладимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

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

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

ROSS Samir, Ph.D., professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D., pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

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

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2022

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

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

<https://doi.org/10.32014/2518-1491.116>

ӘОЖ 543+502/504.75

МРНТИ 31.25.15

**Н.А. Бектенов^{1,2}, Қ.А. Садықов^{1,2*}, М.К. Курманалиев³,
Л.К. Ыбраймжанова⁴, З.Н. Бектенова¹**

¹Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты;

²Казахский Национальный педагогический университет имени Абая,
Казахстан, Алматы;

³Алматинский Технологический университет, Казахстан, Алматы;

⁴І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан, Талдықорған.
E-mail: kanat.sadykov.80@bk.ru

**АҒЫНДЫ ӨНДІРІСТІК СУЛАРДАН ХРОМ (VI) ЖӘНЕ
ҚОРҒАСЫН ИОНДАРЫН БӨЛІП АЛУҒА АРНАЛҒАН
ФОСФОРҚҰРАМДЫ ИОНИТ**

Аннотация. Сорбциялық процестердің тиімділігін арттыру саласындағы ең маңызды бағыт жоғары сорбциялық белсенділігімен, иониттің метал иондарына таңдамалылығымен және үнемділігімен ерекшеленетін полимерлі хелат түзуші сорбенттердің мақсатты синтезі болып табылады. Жұмыстың мақсаты хром (VI) және қорғасын иондарына қатысты глицидилметакрилат, метилметакрилат екілік сополимері және оксиэтилендифосфон қышқыл комплексоны негізіндегі жаңа иониттің сорбциялық қасиеттерін зерттеу болып табылады. Бұл жұмыста авторлармен алдын ала синтезделіп алынған глицидилметакрилат, метилметакрилат қос сополимері және оксиэтилендифосфон қышқыл комплексоны негізіндегі құрамында фосфор бар жаңа иониттің хром (VI) және қорғасын (II) иондарына қатысты сорбциялық қасиеттері зерттелді.

Атомдық абсорбция әдісімен $K_2Cr_2O_7$ және $Pb(NO_3)_2$ тұздарының сулы ерітінділерінен хром (VI) және қорғасын (II) метал иондарын ионитпен сорып алу олардың концентрациясы мен ерітіндінің рН-на, сондай-ақ олардың ионитпен жанасу уақытының ұзақтығына байланысты шамалары қарастырылды.

Хром (VI) иондары бойынша құрамында 105 мг/л хром бар, рН 3.78 тең $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісі мен ГМА-ММА-ОЭДФК иониті арасындағы тепе-теңдік жағдайы 2.5 сағат ішінде орнатылды. Осы кезде иониттің хром (VI) иондарын сіңіріп алу дәрежесі 96% -ды құрады.

Құрамында 104.58 мг/л қорғасыны бар, рН 3.5 болатын $Pb(NO_3)_2$ ерітіндісімен ГМА-ММА-ОЭДФК иониті арасындағы тепе-теңдік жағдайы 8 сағат ішінде орнатылды. Қорғасын иондары бойынша иониттің сорбциялық сыйымдылығы 40.43 мг/г құрады және сіңіріп алу дәрежесі 97% болды.

Алынған ионитті өнеркәсіптік ағынды сулардағы хром (VI) және қорғасын металдарының иондарынан тазарту үшін сорбциялық материал ретінде пайдалану үшін ұсынуға болады.

Түйін сөздер: ионит, сорбция, ауыр металдар, сополимер, комплексон, оксиэтилидендифосфон қышқылы.

**Н.А. Бектенов^{1,2}, К.А. Садыков^{1,2*}, М.К. Курманалиев³,
Л.К. Ыбраймжанова⁴, З.Н. Бектенова¹**

¹АО «Институт химических наук им А.Б. Бектурова»;

²Казахский Национальный педагогический университет имени Абая,
Казахстан, Алматы;

³Алматинский Технологический университет, Казахстан, Алматы;

⁴Жетысуский университет им. И. Жансугурова, Казахстан, Талдыкорган.
E-mail: kanat.sadykov.80@bk.ru

ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЙ ИОНИТ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ХРОМА (VI) И СВИНЦА ИЗ СТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД

Аннотация. Наиболее перспективным направлением в области повышения избирательности сорбционных процессов является целенаправленный синтез полимерных фосфорсодержащих ионитов, отличающихся высокой эффективностью, избирательностью действия, экономичностью. Целью работы является исследование сорбционных свойств новых ионитов на основе сополимеров глицидилметакрилата и комплексона оксиэтилидендифосфоновой кислоты по отношению к ионам хрома (VI) и свинца. Нами были синтезированы новые фосфорсодержащие иониты на основе двойных сополимеров глицидилметакрилата, метилметакрилата и комплексона оксиэтилендифосфоновой кислоты. Предварительно изучены физико-химические свойства синтезированных ионитов.

Методом атомной абсорбции изучены сорбционные свойства синтезированных ионитов по отношению к ионам металлов хрома (VI) и свинца (II) из растворов $K_2Cr_2O_7$ и $Pb(NO_3)_2$ в зависимости от их концентрации и pH, а также времени сорбции.

По ионам хрома (VI) равновесное состояние между раствором $K_2Cr_2O_7$, содержащим хрома 105 мг/л с pH 3.7 и катионитом ГМА-ММА-ОЭДФК устанавливается в течение 2.5 ч. Максимальное значение сорбционной емкости ионита по отношению к ионам хрома (VI) составляет 40.3 мг/г, степень извлечения ионов хрома (VI) из раствора $K_2Cr_2O_7$ составляет 96%.

Равновесное состояние между раствором $Pb(NO_3)_2$ с pH 3.5, содержащим 104.6 мг/л свинца и катионитом ГМА-ММА-ОЭДФК устанавливается в течение 8 часов. Сорбционная емкость ионита по ионам свинца составляет 40.4 мг/г, а степень извлечения достигает 97%.

Полученный ионит может быть использован в качестве сорбционного материала для очистки промышленных сточных вод от ионов металлов хрома (VI) и свинца.

Ключевые слова: ионит, сорбция, тяжелые металлы, сополимер, комплексон, оксиэтилидендифосфоновая кислота.

**N.A. Bektenov^{1,2}, K.A. Sadykov^{1,2*}, M.K. Kurmanaliev³,
L.K. Ybraimzhanova⁴, Z.N. Bektenova¹**

¹JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences»;

²Kazakh National Pedagogical University named after Abai,
Kazakhstan, Almaty;

³Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty;

⁴Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan.

E-mail: kanat.sadykov.80@bk.ru

PHOSPHORUS-CONTAINING IONITE FOR EXTRACTION OF CHROMIUM (VI) AND LEAD IONS FROM INDUSTRIAL WASTE WATER

Abstract. The most promising direction in the field of increasing the selectivity of sorption processes is the purposeful synthesis of polymeric phosphorus-containing ion exchangers, which are distinguished by high efficiency, selectivity of action, and economy. The aim of this work is to study the sorption properties of new ion exchangers based on copolymers of glycidyl methacrylate and hydroxyethylidene diphosphonic acid complexone with respect to chromium (VI)

and lead ions. We have synthesized new phosphorus-containing ion exchangers based on double copolymers of glycidyl methacrylate, methyl methacrylate, and oxyethylene diphosphonic acid complexone. The physicochemical properties of the synthesized ion exchangers were preliminarily studied.

The sorption properties of synthesized ion exchangers with respect to chromium (VI) and lead (II) metal ions from $K_2Cr_2O_7$ and $Pb(NO_3)_2$ solutions were studied by atomic absorption, depending on their concentration and pH, as well as sorption time.

For chromium (VI) ions, the equilibrium state between the $K_2Cr_2O_7$ solution containing chromium 105 mg/l with pH 3.7 and the GMA-MMA-HEDP cation exchanger is established within 2.5 hours. The maximum value of the sorption capacity of the ion exchanger with respect to chromium (VI) ions is 40.3 mg /g, the degree of extraction of chromium (VI) ions from the $K_2Cr_2O_7$ solution is 96%.

The equilibrium state between solutions of $Pb(NO_3)_2$ with pH 3.5 containing 104.6 mg/l of lead and GMA-MMA-HEDP cation exchanger is established within 8 hours. The sorption capacity of the ionite for lead ions is 40.4 mg/g, and the degree of extraction reaches 97%.

The resulting ionite can be used as a sorption material for industrial wastewater treatment from chromium (VI) and lead metal ions.

Key words: ion exchanger, sorption, heavy metals, copolymer, complexone, hydroxyethylidene diphosphonic acid.

Кіріспе. Қазіргі уақытта жаһандық тұщы су тапшылығын бастан кешіп жатқан әлемнің көптеген аймақтары белгілі. Бұл аймақтардағы судың ластану деңгейінің артуы таза су тапшылығын күшейтіп, аймақтық су қақтығыстарының қаупін арттырады. Таза су жетіспеушілік күйзелісіне душар бола бастаған Орталық Азиядағы судың ластануы адам әрекетімен тығыз байланысты екенін көрсетеді. Азияның алтын белдеуінде судың ластануына негізінен тау-кен өндірісі әсер етеді, ауыр металдар мен радионуклидтер басым ластаушы заттар болып табылады. Сонымен қатар ішкі өзендердің орта және төменгі ағысындағы суармалы жерлерде (мысалы, Әмудария мен Сырдария) судың ластануы егіншілікпен тығыз байланысты. Арал теңізі алабындағы топырақтың тұздануы және жиі болатын тұзды және шаңды дауылдар жер үсті су объектілерінің ластануын одан әрі күшейтеді. Сайып келгенде, жер үсті және жер асты суларының ластануы адам денсаулығына қауіп төндіріп, экологиялық органы күн өткен сайын нашарлатуда.

Бұған негізгі себептердің бірі индустрияландырудың қарқынды дамуы қоршаған ортаға теріс әсер етуде. Тұщы судың ауыр металдармен ластануы әлемдегі барлық тірі организмдер үшін, әсіресе адамдар үшін

үлкен қауіпке айналды. Сондықтан, экологиялық ережелерді қатаң сақтау үшін осы улы ауыр металдардан арылудың жолдарын іздеу өзекті болып табылады. Зерттеушілер ағынды сулардан ауыр металл иондарын кетіру үшін әртүрлі тазарту әдістерін қолданады. Химиялық тұндыру, ион алмасу, электрокоагуляция, электродиализ, фотокатализ, еріткіш экстракция және адсорбция процестері судағы ауыр металды жоюдың жиі қолданылатын әдістері болып табылады.

Ауыр металдар жер қыртысында жер пайда болғаннан бері табиғи түрде кездеседі. Ауыр металдарды қолданудың қарқынды өсуіне байланысты жер үсті және су ортасында металл қалдықтарының көбеюіне әкелді. Ауыр металдармен ластанудың негізгі себебі болып табылатын антропогендік әрекеттер болып табылады. Бұл ең алдымен металды өндіру, балқыту, құю өндірісі және металдарды пайдалануға негізделген басқа да өндірістер, полигондар, шайындылар, автомобильдер және жол жұмыстары сияқты әртүрлі көздерден металдарды шаймалау және жуу. Ауыл шаруашылығында ауыр металдарды пестицидтер, инсектицидтер, тыңайтқыштар және т.б. түрінде қолдану ауыр металдармен ластанудың қайталама көзі болып табылады. Табиғи құбылыстар, вулкандық белсенділік, металл коррозиясы, топырақ пен судан металдардың булануы және шөгінділерді қайта пайдалану, топырақ эрозиясы, геологиялық ауа-райы сияқты жағдайларда ауыр металдармен ластануды арттыруы мүмкін.

Топырақтың жоғарғы қабаттарында микроэлементтердің жиналуы және оларды химиялық белсенді және қозғалмалы формаларға айналдыру айтарлықтай экологиялық қауіп тудырады, өйткені бұл элементтер жер асты суларына таралып, тамақ тізбегіне енуіне мүмкіндік береді. Көптеген елдер үшін шайынды суларды тазарту мәселесі қоршаған ортаны қорғаудың негізгі мәселелерінің бірі болып табылады.

Материалдар және негізгі әдістер. Осы жұмыста авторлар радикалды полимеризация әдісі арқылы алдын-ала синтездеген глицидилметакрилат, метилметакрилат сополимері және оксиэтилендифосфон қышқыл комплексонының негізіндегі фосфор бар иониттер қолданылды. Хром (VI) және қорғасын (II) иондарына қатысты иониттердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу үшін сәйкестіздардың модельдік ерітінділерінің әртүрлі концентрациялары және олардың әртүрлі рН ерітінділері дайындалды.

Металл иондарын сорбциялау белгілі (Komissarenkov et al., 2015) әдістеме бойынша жүргізілді. Сорбцияға қажетті модельді ерітінділерді дайындау үшін тиісті “х.ч.” белгісі бар нитрат және бихроматты тұздары пайдаланылды. Ионит үлгілері эксперименттердің әр сериясынан бұрын вакуум - кептіру шкафында тұрақты массаға дейін кептірілді.

Иониттердің сорбциялық сыйымдылығын анықтау үшін Эрленмейер

колбасына 0.0002 г дейінгі дәлдікпен өлшенген 0,05 г ионит үлгісі салынды, содан кейін тиісті металдың 20 мл тұз ерітіндісі енгізілді. Модельді ерітінділердегі металл иондарының бастапқы және соңғы концентрациясын анықтау үшін атомдық-абсорбциялық спектроскопия әдісі қолданылды (Shimadzu AA 6200, Жапония). Ол үшін сәйкес тұздардан метал иондарының концентрациясы 25, 50, 75, 100 мг/л -ге дейін моделді ерітінділер дайындалып, олардың практика жүзіндегі шынайы концентрациясы атомды-абсорбциялық спектрометрінде анықталады. Комплекс түзу реакциясы 1:1000-ға тең ионит:ерітінді қатынасында, жанасу ұзақтығы 30 минуттан 1 тәулік аралығында жүргізілді. Ионит:ерітінді арасындағы жанасу уақыты аяқталғаннан соң, ерітінді филтр қағазымен сүзіліп алынып, алынған филтраттағы метал иондарының соңғы концентрациясы жоғарыдағы -адсорбциялық спектрометрінде (Shimadzu AA 6200, Жапония) құралында тексеріледі.

Сорбциялық сыйымдылықты (СС, мг/г) бастапқы және тепе-теңдік концентрациясының айырымымен есептеледі:

$$CC_M = \frac{(C_0 - C_1) \cdot V}{m} \text{ мг/г,}$$

мұнда C_0 және C_1 – сәйкес тұзы ерітіндісіндегі металдың бастапқы және соңғы (тепе-теңдік) концентрациясы, г/л;

V – ерітіндінің көлемі, л; m – құрғақ иониттің массасы, г.

Иондардың сіңірілу дәрежесін A (%) келесі формула бойынша есептейді:

$$A = \frac{(C_0 - C_1)}{C_0},$$

мұнда C_0 және C_1 – тұз ерітіндісіндегі металдың бастапқы (сорбцияға дейінгі) және тепе-теңдік (сорбциядан кейінгі) концентрациясы, мг/л.

Нәтижелер және талқылау. Металдардың ішінде меншікті салмағы 5-тен жоғары және атомдық салмағы 63.5-200.6 диапазонындағы металдар ауыр металдарға жататындығы белгілі. Хром (Cr), никель (Ni), мырыш (Zn), марганец (Mn), мыс (Cu), кадмий (Cd), кобальт (Co) және қорғасын (Pb) - қоршаған ортадағы ең көп таралған ауыр металдар. Олар барлық тірі организмдер үшін қауіпті, өйткені олар қоршаған ортаға жиналуға, тұрақтылық пен ұйыттылыққа бейім келеді.

Металлоидтар ковалентті байланыс түзуге бейім, бұл оларды токсикологиялық қасиеттерін арттырады. Бұл қасиеттің ең маңызды салдары-олар органикалық топтармен ковалентті түрде байланыса алады. Сон-

дықтан олар липофильді иондық қосылыстар түзеді және жасушалық макромолекулалардың металл емес элементтерімен байланысқан кезде улы әсер етуі мүмкін. Липофильділікке байланысты биосферада металоидтардың таралуы және олардың уытты реакциясы сол элементтің қарапайым иондық формаларының әсерінен ерекшеленеді. Липофильді қосылыстардың мысалдары-трибутилал оксиді және жоғары уыттылығы бар мышьяқтың метилденген формалары. Металл емес элементтермен байланыстырудың мысалдары қорғасын мен сынапты сульфгидрил ақуыз топтарымен байланыстыру болып табылады. Ауыр металдар адам ағзасына төрт жолмен енуі мүмкін: ластанған тамақты жеу; ауа арқылы; ластанған суды тұтыну; ауылшаруашылық, фармацевтикалық, өндірістік, тұрғын және өнеркәсіптік аудандарда ол металдардың теріге жанасуына байланысты (Briffa et al., 2020).

Өнеркәсіптік шығарындылар нәтижесінде жиналатын қалдықтар ауыр металдарға, улы химикаттарға және бояғыштарға бай. Олар адам ағзасында жиналып, түрлі аурулар мен физикалық бұзылулар тудырады. Сондықтан ауыр металдар адам денсаулығы үшін қауіпті болып саналады. Мысалы, қысқа уақыт ішінде хромның жоғары дозасының ағзаға сыртқы әсері жанасу орнында тітіркенуді тудырады (мұрынның шырышты қабығының тітіркенуі және терінің жаралары) (Sathwara et al., 2007).

Кейбір өнеркәсіп салалары хромды қолдануға негізделген, мысалы, бояулар мен қағаздар өндірісі, тау-кен өндірісі және гальваника. Былғары илеу, металл өңдеу, тоқыма, бояу, бояқ және пигменттер, сондай-ақ болат өндіру хроммен ластанудың басқа негізгі көздері болып табылады [5-7].

Хроммен ластануда Cr (III) және (VI) хром қосылыстары жиі кездеседі. Үлкен дозалардағы хромның екі формасыда барлық тірі организмдер үшін өте қауіпті. Дегенмен Cr (VI) формасы Cr (III) қарағанда улы және суда ерігіштігі жоғары болады. Әдетте Cr (III) қоршаған ортадағы оттегінің көп болуына байланысты Cr (VI) дейін тотығады. Оның концентрациясының жоғарылауы бірнеше жанама әсерлерді тудырады. Атап айтар болсақ сүйек, мұрын және өкпе қатерлі ісігі, дерматит, миокардит, энцефалопатия, өкпе фиброзы, бас ауруы, жүрек айну, бас айналу, құсу, тез тыныс алу және кеудедегі ауырсынуға алып келеді [Chibuike et al., 2014; ATSDR, 2012].

Ауыр металл иондары қоқыс полигондары, ластанған топырақ және су арқылы азық-түлік желісіне қосылады және тасымалданады. Олар тіпті төмен концентрацияда токсикозды тудыруы мүмкін. Ауыр метал иондарының уыттылығын былай түсіндіруге болады. Метал иондарының ақуыз молекулаларымен байланысу қабілеттерінің жоғары болуына байланысты ДНҚ репликациясын бұзады, демек, ДНҚ-ның одан әрі бөлінуін тежейді. Мұның соңы жазылмайтын жара, ағзаның іріп шіруі, гемоглобин

ақуызының мөлшерінің бірден төмендеуі оттегі жетіспеушілігін туығып өлімге әкелуі мүмкін.

Соңғы жылдары өнеркәсіптік қызмет нәтижесінде қоршаған ортаға шығарылатын қорғасын сияқты ауыр металдардың мөлшері шамадан тыс артуда. Мысалы, болат өнеркәсібі және аккумулятор өндірісінің шайынды суларында қорғасынның әртүрлі концентрациялары сулы ортаға таралады. Жалпы қорғасын көптеген салаларда кеңінен қолданылады. Мысалы, ол батареяларды, оқ-дәрілерді, металл бұйымдарды, сондай-ақ рентген сәулесінен қорғайтын құрылғыларды жасау үшін қолданылады. Сонымен қатар, ол мұнай өнеркәсібінде қолданылады және атмосфераға қорғасын шығарындыларының жартысына жуығы қорғасын бар бензинді қолданумен байланысты (Rahman et al., 2019).

Қазба отынын жағу, тау-кен өндірісі, жанармайдағы антидетанатор ретінде қосылуы, гидрометаллургия өндірісі саласында қорғасынның қосылыстары адам қызметінің нәтижесінде қоршаған ортаның барлық бөліктерінде таралуда. Бұған ауа, топырақ және су кіреді. Қоршаған ортаны қорғау агенттігі (EPA) қорғасын адам үшін қауіпті канцероген екенін анықтаған. Ересектерге ұзақ уақыт әсер ету жүйке жүйесінің жұмысын, саусақтардың, білектердің әлсіздігін, қан қысымының жоғарылауын және анемияға әкелуі мүмкін. Зерттеушілердің (ATSDR, 2020; Martin et al., 2009) мәліметтері бойынша қорғасынның жоғары деңгейде әсер етуі ми мен бүйрекке қатты зақым келтіріп, сайып келгенде өлімге әкеледі. Жүкті әйелдерде қорғасынның көп мөлшердегі әсері жүктіліктің үзіліп түсік тастауына әкелуі мүмкін. Ерлердің қорғасын ионымен улануы сперматозоидты өндіруге жауапты органның зақымдалуына әкеледі.

Қорғасын негізінен бүйректе, мида, бұлшықеттерде және сүйектерде жиналып, гипертонияға, бүйрек пен миға зақым келтіруі мүмкін. Сондай-ақ, ол ағынды суларда төмен концентрацияда болса да, анемия мен гепатитке әкелуі мүмкін. Қорғасынның ерекше уыттылығына байланысты оны сулы ортадан бөліп шығару өте маңызды. ДДҰ (Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы) және EPA (Қоршаған ортаны қорғау агенттігі) ағынды сулардағы ұсынылған қорғасынның деңгейі 0,01 және 0,05 мг/л құрайды деп хабарлайды (Schwarzenbach et al., 2010).

Қорғасын иондары - экожүйелер мен организмнен өте баяу шығарылатын тұрақты экотоксиканттарға жатады. Оның және басқа элементтердің экожүйеге және адам денсаулығына зиянды әсері орасан зор. Сондықтан қорғасын иондарын ағынды сулардан бөліп алу өзекті мәселелердің бірі болып табылады (Singh et al., 2009; Qi et al., 2021).

Жоғары урбанизацияланған және өнеркәсіптік аймақтардағы топырақ

эртүрлі биологиялық зиянды заттармен өткір ластануға ұшырауда. Олардың арасында микроэлементтер де бар (яғни концентрациясы 100 мг/кг (IUPAC) төмен элементтер, мысалы, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn). Бұл металдар негізінен қазба отындары мен бензинді жағу, сондай-ақ түсті металдарды балқыту нәтижесіндегі өнеркәсіптік шаңның атмосфералық шөгуге нәтижесінде топыраққа бөлінеді. Соңғы он жылдықтардағы тұрақты дамудың жаһандық тенденциясына және өндірістік қалдықтар мен пайдаланылған газдарды тазартудың тиімді жүйелеріне қарамастан, металлургиялық өндіріске сұраныстың артуы қоршаған ортаның микроэлементтермен ластану деңгейінің артуына әкелді (Walker et al., 2012).

Авторлардың (Расуна et al., 2001) пікірінше, металдардың дүниежүзілік антропогендік шығарындыларының негізгі бөлігі Азияның дамушы елдеріне тиесілі. Әлем бойынша Cd, 50% Cu, 43% Pb және 61% Zn шығарындыларының 49% осы елдерге тиесілі. Азияның төрт елі (Қытай, Жапония, Корея және Қазақстан) Cd және Hg шығарындылары бойынша әлемдік ондыққа кіреді. Демек, Еуропа мен Солтүстік Америкадан айырмашылығы, Азияда қоршаған ортаның ластануы үнемі өсіп келеді. XX ғасырдың ортасынан бастап Қытайда Hg, As, Pb, Cd, Cu және Zn шығарындыларының экспоненциалды өсуі байқалды. Сонымен қатар, Азия елдерінде шығарындыларды бақылаудың тиімділігі салыстырмалы түрде төмен болып қалып отыр, ал ластаушы заттардың топырақта таралуы туралы деректер, әсіресе Орталық Азияда аз болды.

Мысалы, Шығыс Қазақстан облысындағы Өскемен қаласын алсақ, онда топырақтың үстіңгі қабаты Cd, Cu, Pb, Zn металдарымен қатты ластанып, интенсивті өндірістік қызмет нәтижесінде келетін микроэлементтердің жинақталуы артқан. Бұл элементтердің көпшілігі оңай ионалмасатын және қышқылда еритін формалар түрінде кездесетіндіктен, микроэлементтердің биожетімділігінің жоғарылауын білдіреді және жергілікті биосфера үшін елеулі экотоксикологиялық қауіп тудырады (Woszczyk et al., 2018).

Су ресурстарының жетіспеушілігімен қатар трансшекаралық су объектілерінің ластануы да күрделі мәселелеге айналды. Трансшекаралық (Ресей мен Қазақстан арасындағы) Жайық өзені мен Каспий теңізінің Қазақстандық секторының су сапасын талдау және оларды бағалау осы зерттеулерінің нәтижесі көрсеткендей Жайық өзенінің полихлорлы бифенилдермен, ауыр металдармен, мұнайды ластаушы заттармен, өнеркәсіптік кәсіпорындар мен ауыл шаруашылығы нысандарынан келетін пестицидтермен қатты ластанғаны анықталған. Бұл токсиканттар тек суда ғана емес, сонымен қатар барлық балықтардың (*Abramis brama*, *Sander luciperca*, *Aspius aspius*) бұлшықет тінінде жинақталады. Каспий теңізде мұнай өндіруге байланысты мұнай көмірсутектерімен қатты ластанған.

Каспий балықтарының бұлшықеттерінде мұнай көмірсутектерінің, хлорорганикалық пестицидтердің және ауыр металдардың жоғары мөлшері жинақталуы анықталған (Amirgaliev et al., 2022).

Алматы облысының (Қазақстан) 10 өзенінен алынған су үлгілерінің физика-химиялық, генотоксикалық және мутагендік қасиеттері бағаланған. Зерттеу нәтижелері минералданудың және электр өткізгіштіктің жоғарылау деңгейін көрсеткен, бұл еріген минералды тұздар метал иондарының жоғары концентрациясынан туындауы мүмкін. Әр түрлі ауыр металдар бойынша шекті рұқсат етілген концентрациядан (ШПК) асуы анықталған. Сол жердегі өсімдіктер мен балықтарға жүргізілген зерттеу су үлгілерінің уыттылығы мен мутагенділігінің артуы байқатады. Кешенді зерттеу нәтижелері жер бетіндегі табиғи сулардың ластануы өзендердегі жануарлармен өзен маңындағы тұрғындарға қауіп төндіретінін көрсетеді (Lovinskaya et al., 2021).

Шығыс Қазақстан облысындағы Семей Орман қорығына жататын Бесқарағай қарағайлы орманының топырағында ауыр металдардың кейбір белсенді түрлерінің мөлшерінің артуы және таралу ауқымы кеңейгені байқалады. Олар сол аймақтағы жануарлармен адамдарға айтарлықтай қауіп төндіруі мүмкін (Satova et al., 2020).

Жалпы Орталық Азия аймағындағы судың ластануы мен су жетіспеушілігі аймақтық су қақтығыстарының болу қаупін арттырады. Орталық Азиядағы судың ластануы адам әрекетімен тығыз байланысты екенін көрсетеді. Судың ластануына негізінен тау-кен өндірісі әсер етеді және ауыр металдар мен радионуклидтер басым ластанушы заттар болып табылады. Алайда ішкі өзендердің орта және төменгі ағысындағы суармалы жерлерде (мысалы, Әмудария мен Сырдария) судың ластануы егіншілікпен тығыз байланысты (гербецидтер мен пестецидтерді көп мөлшерде пайдалану) (Yu et al., 2021).

Суды тазартудың тиімді әдістерінің бірі ион алмастырғыш материалдарды қолданатын ион алмасу технологиясы болып табылады. Құрамында метал ионадры бар ағынды суларды тазартудың әзірленген әдістерінің ішінде улы иондардың, әсіресе төмен концентрациядағы ерітінділерден толық бөліп алуды қамтамасыз ететін сорбциялық әдістер маңызды орын алады.

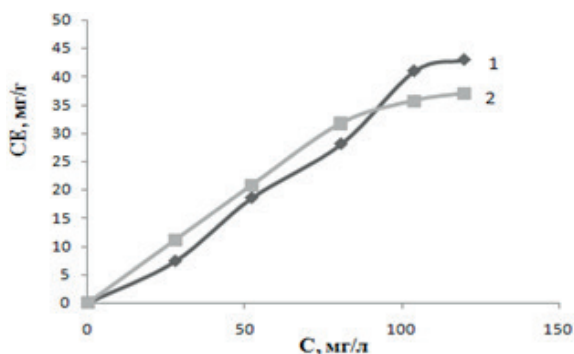
Жалпы ионалмастырғыштар металл иондарын ерітіндіден бөліп алудың қалдықсыз, экологиялық таза схемасын жасауда ең тиімді компоненттердің бірі болып табылады. Ионалмастырғыш технологияны қолдану қоршаған ортаны қорғау мәселесін шеше отырып, төмен сұрыпты кендер мен өндіріс қалдықтарынан металдарды бөліп алуға мүмкіндік береді. Дегенмен қазіргі уақытта қолданылатын синтетикалық гельді және макрокеуекті полимерлі ионалмастырғыш шайырлар салыстырмалы түрде қымбат және агрессивті

ерітінділерге тұрақсыз болып келеді. Ал арзан түрі белсендірілген көмірдің механикалық беріктігі төмен және құрғақ кезде өте жанғыш, яғни өрт қауіптілігі жоғары. Сондықтан ғылым мен өндірістің дамуына байланысты тиімділігі жоғары жаңа ионалмстырғыштарды синтездеу және әр түрлі метал иондарына қатысты сорбциялық қасиеттерін зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

Глицидилметакрилат пен акрилонитрилдің сополимері және оксиэтилендифосфон қышқылы (ОЭДФК) негізіндегі құрамында фосфоры бар кешен түзгіш иониттер синтезделіп, олардың сулы ерітіндіден стронций иондарын сорып алу жұмыстары жақсы нәтиже көрсеткені белгілі (Ergozhin et al., 2018).

Сондықтан осы жұмыста құрамында фосфоры бар глицидилметакрилат және метлиметакрилат сополимері мен ОЭДФК комплексон қышқылы негізіндегі иониттің сулы ерітіндіден қорғасын және хром (VI) иондарын сорып алу қабілеті зерттелді.

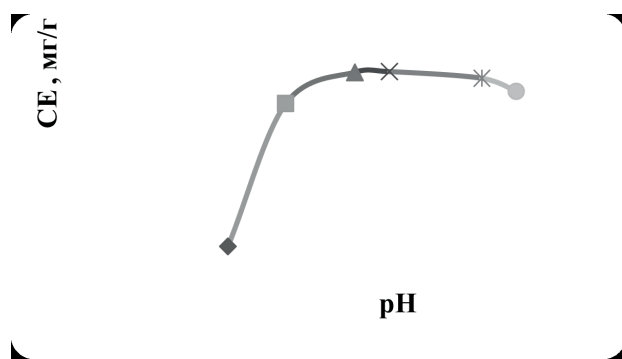
Құрамында фосфоры бар ГМА-ММА-ОЭДФК ионалмстырғышы арқылы $K_2Cr_2O_7$ ерітінділерінен хром (VI) иондарын сорбциялау изотермасы (1-сурет) $K_2Cr_2O_7$ ерітінділеріндегі хром (VI) иондарының концентрациясын 20,1-ден 100 мг/л -ге дейін жоғарылату иониттің сорбциялық сыйымдылығының өсуіне алып келеді. Құрамында 100 мг/л хромы бар $K_2Cr_2O_7$ сулы ерітіндісінен хром (VI) иондарын сорып алу кезінде иониттің сорбциялық сыйымдылығының ең жоғарғы мәні 35,5 мг/г тең болды. $Pb(NO_3)_2$ сулы ерітіндісіндегі қорғасын иондарының концентрациясын 18,1-ден 101 мг/л-ге дейін арттырғанда ГМА-ММА-ОЭДФК ионалмстырғышың қорғасын иондарына арналған сорбциялық сыйымдылығы (СС) 18,5-тен 42,5 мг/г-ға дейін артады.



1-сурет - ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмстырғыштың сорбциялық қабілетіне қорғасын (II) 1 және хром (VI) 2 иондарының концентрациясының әсері (байланыс ұзақтығы 24 сағат)

Синтетикалық ионалмастырғыштар ерітінділердегі металл иондары әртүрлі иондық күйде болатындықтан ортаның рН-ының өзгеруіне байланысты ауыр және өтпелі металл иондарын жақсы сіңіретіні белгілі (Dabrowski et al., 2004; Houari et al., 2019). Сондықтан металл иондарының сорбциялануында маңызды рөлді рН орта атқарады, өйткені оның мәнінің өзгеруі ион алмастырғыштың функционалды топтарының диссоциациясын жақсартады.

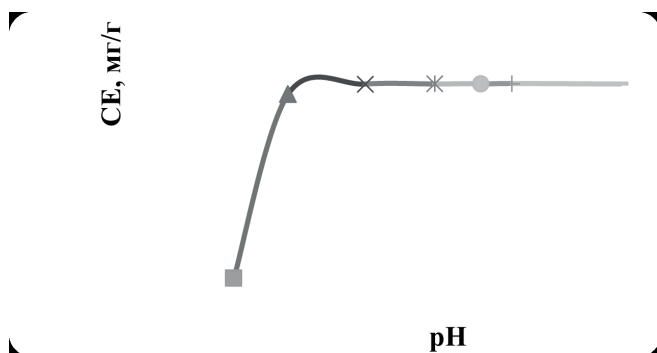
Қорғасын ионына қатысты ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғыштың сорбциялық сыйымдылығына ерітінді ортасының рН-ы 0,7-ден 5,7-ге дейінгі аралықтағы тәуелділігі 2-суретте көрсетілген. Ерітінді ортасының қышқылдығының төмендеуімен ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғыштың Pb^{2+} иондарына қатысты сорбциялық сыйымдылығы артады. Мысалы, рН 0,7 кезінде Pb^{2+} иондары үшін ионалмастырғыштың бастапқы сорбциялық сыйымдылығы 0,4 мг/г көрсетті, ал рН 3,5-5,5 кезінде Pb^{2+} иондары бойынша ион алмастырғыштың сорбциялық сыйымдылығы 40,4 мг/г құрады. Бұл ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышымен қорғасын иондарын сорбциялау үшін оңтайлы рН ортасы рН 3,5-5,5 диапазоны екенін көрсетеді. Ал хром (VI) ионы үшін ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғыштың сорбциялық сыйымдылығының ерітіндінің рН бойынша өзгерісі (рН 1,5-6,2 аралықта) 3-суретте көрсетілген. Ерітіндінің қышқылдық қасиетінің төмендеуімен ерітіндінің сілтілігінің жоғарылауы ион алмастырғыштың сорбциялық қабілетінің төмендеуіне әкеледі. Бұл әлсіз сілтілі ортада қорғасын нитратының ерітіндісінің тұнбасының түзіле бастауына байланысты болуы мүмкін.



2-сурет - ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышымен $Pb(NO_3)_2$ ерітіндісінен Pb^{2+} иондарын сорып алуда сорбциялық сыйымдылықтың ерітіндінің қышқылдығына тәуелділігі, ($Pb = 101$ мг/л, жанасу уақыты 24 сағат).

Ал хром (VI) иондары үшін ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі иониттің сорбциялық сыйымдылығының ең жоғары мәндері ерітіндінің рН 1,8 кезінде байқалады және ол 40,4 мг/г құрайды. Ерітіндінің қышқылдық

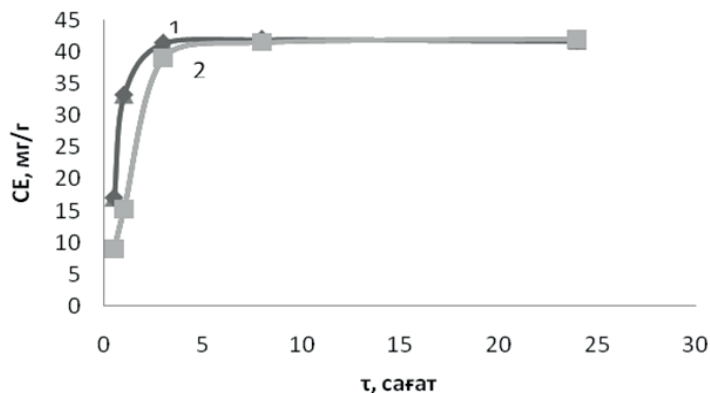
ортасынан сілтілі ортаға дейін рН- ның өзгеруі ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғыштың сорбциялық сыйымдылығына әсер етпейді, яғни сорбциялық сыйымдылық тұрақты болып қала береді.



3-сурет - ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышымен $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісінен хром (VI) иондарын сорып алуда сорбциялық сыйымдылықтың ерітіндінің қышқылдығына тәуелділігі, ($C_r = 101$ мг/л, байланыс ұзақтығы 24 сағат).

Жоғары сапалы материалдар мен жоғары өнімді ионалмасу процестерін құру мәселелерін тек ионалмастырғыштардың тепе-теңдік және кинетикалық қасиеттерін егжей-тегжейлі зерттеу арқылы шешуге болады. 4-суреттен хром (VI) иондарына сәйкес құрамында 101 мг/л және рН = 3,8 болатын $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісі мен ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышы арасындағы тепе-теңдік күй 2,5 сағатта орнатылып ионалмасу реакциясының аяқталағанын көруге болады.

Қорғасын иондарына қатысты құрамында 100,1 мг/л қорғасын бар $Pb(NO_3)_2$ ерітіндісі, рН 3,5 және ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышы арасындағы тепе-теңдік күйі 8 сағат ішінде орнатылады.



4-сурет - $K_2Cr_2O_7$ ($C_{Cr} = 105$ мг/л, рН 3,8) және $Pb(NO_3)_2$ ($C_{Pb} = 104,6$ мг/л, рН 3,5) ерітінділерінен ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышымен Cr_2O_7 – (1) және Pb^{2+} (2) иондарының сорбция кезіндегі кинетикалық қисықтары.

ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышының рН 3,8 кезінде хром (VI) иондарын сорып алудың оңтайлы уақыты 2,5 сағат, ал ионалмастырғыштың сорбциялық сыйымдылық қабілетінің ең жоғарғы мәні 40,3 мг/г екені анықталды.

$Pb(NO_3)_2$ ерітінділерінен рН 3,5 кезінде ГМА-ММА-ОЭДФК негізіндегі ионалмастырғышымен қорғасын иондарын сорбциялаудың оңтайлы уақыты 3 сағат болып табылады. Бұл жағдайда ионалмастырғыштың қорғасын иондарына қатысты сорбциялық сыйымдылық қабілеті 40,4 мг/г құрайды.

Осылайша, зерттеулер нәтижелері көрсеткендей, глицидилметакрилат және метилметакрилат сополимері мен ОЭДФК комплексоны негізінде синтезделген құрамында фосфоры бар ионалмастырғыштарды гидрометаллургияда қорғасын және хром иондарын бөліп алуда орташа қышқылдық ерітінділерінде қолдануға ұсынуға болады. Осындай жаңа ионалмастырғыштарды зерттеу және шығару экологиялық мәселелерді шешуде, әсіресе, қоршаған ортаны өнеркәсіптік ағынды сулардан ауыр металл иондарын, атап айтқанда хром (VI) және қорғасынды алудың бір жолы ретінде қарастыруға болатындығын көрсетеді. Аталған ауыр металдардан тазартылған, бірақ ортасы қышқылды ерітінділерді одан әрі қайта іске жаратып өндіріске пайдалану үшін олардың қышқылдық қасиетін азайту немесе жою керек. Ол үшін орташа қышқылды ерітінділердің концентрациясына сәйкес келетін NaOH және KOH сілтілермен бейтараптау реакциясын жүргізеді. Егер өндіріске өте жақсы тазартылған су қолдану қажет болған жағдайда, бейтараптану реакциясы нәтижесінде түзілуі мүмкін натрий және калий тұздарынан арылу үшін тұзсыздандыру процесін жүзеге асыру қажет.

Қорытынды. Хром (VI) және қорғасын (II) иондары үшін синтезделген құрамында фосфоры бар ион алмастырғыштың сорбциялық қасиеттерін зерттеу нәтижесінде сорбцияның оңтайлы шарттары анықталды.

Бұл ион алмастырғыш полимерлік сорбенттер гидрометаллургиядағы әртүрлі сулы ерітінділерді және өнеркәсіптік ағынды суларды ауыр металл иондарынан тазарту үшін ұсынылады. Алынған мәліметтер негізінде орташа қышқылды ерітінділерден хром (VI) және қорғасын (II) иондарының сорбциялық концентрациясы үшін зерттелген ион алмастырғыштарды ұсынуға болады.

Қаржыландыру: Жұмыс Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институтында жүргізілді. 2021-2023 жылдарға арналған ғылыми зерттеулерді мақсатты қаржыландыру бағдарламасы бойынша BR10965255 Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті жүзеге асырды.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

Information about authors:

Nesiphan Abzhaparovich Bektenov – Doctor of Chemical Sciences, Professor, STS Laboratory of Ion Exchange Resins and Membranes, JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Kazakhstan, Professor of the Department of Chemistry of the Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan. ORCID<https://orcid.org/0000-0003-1427-438X>. e-mail: bekten_1954@mail.ru;

Kanat Amirkulovich Sadykov – Master of Chemistry, researcher at the Laboratory of Ion-exchange Resins and Membranes, «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Kazakhstan. PhD student of the Department of Chemistry of the Kazakh National Pedagogical University named after Abai. Almaty, Kazakhstan. ORCID<https://orcid.org/0000-0002-8931-7973>. e-mail: kanat.sadykov.80@bk.ru;

Kurmanaliev Musrepbek Kurmanalievich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Almaty Technological University. Almaty, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0001-8561-4332>. e-mail: mkk@mail.ru;

Ybraimzhanova Laura Kairoldaevna – Master of Technical Sciences, teacher-methodologist, educational programs of the natural science direction of Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-2241-6192>. e-mail: ybraymzhanova@mail.ru;

Zarina Bektenova – Master Student Department of Chemistry, Kazakh National pedagogical university named after Abai, Almaty, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-0826-3281>. e-mail: mailto:zarinabekten@gmail.com.

REFERENCES

Amirgaliev N.A., Askarova M., Opp C., Medeu A., Kulbekova R., Medeu A.R. Water Quality Problems Analysis and Assessment of the Ecological Security Level of the Transboundary Ural-Caspian Basin of the Republic of Kazakhstan. *Applied Sciences*. 2022; 12(4):2059. <https://doi.org/10.3390/app12042059>.

ATSDR S. (2012). Toxicological profile for chromium. Agency for toxic substances and disease registry. Public Health Service, US Department of Health and Human Services. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf>.

ATSDR Toxicological Profile for Lead, August (2020). <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf> (in Eng.).

Briffa J., Sinagra E., Blundell R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9), e04691. DOI:10.1016/j.heliyon.2020.e04691 (in Eng.).

Satova K.M., Zhumadina S.M., Abilova S.B., Mapitov N.B. & Jaxylykova A.K. (2020). The content of heavy metals in the soils of the dry-steppe beskaragay ribbon-like pine forest and its pollution level. *Rasayan Journal of Chemistry*, 13(3), 1627-1636. DOI: 10.31788/RJC.2020.1335672.

Sathwara N.G., Patel K.G., Vyas J.B., Patel S., Trivedi M.R., Dave L.M., Saiyed H.N. (2007). Chromium exposure study in chemical based industry. *Journal of Environmental Biology*, 28 (2), 405. http://jeb.co.in/journal_issues/200704_apr07_supp/paper_09.pdf (in Eng.).

Chibuikwe G.U., Obiora S.C. (2014). Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Applied and environmental soil science*. <https://doi.org/10.1155/2014/752708> (in Eng.).

Dabrowski A., Hubicki Z., Podkościelny P. & Robens E. (2004). Selective removal of the heavy metal ions from waters and industrial wastewaters by ion-exchange method. *Chemosphere*, 56(2), 91–106. DOI:10.1016/j.chemosphere.2004.03 (in Eng.).

Ergozhin E.E., Bektenov N.A., SenGupta Arup K., Baidullaeva A.K., Sadykov K.A., Abdralieva G.E., Kalmuratova K.M., Ryspaeva S.B. (2018). Sorption of ions strontium with new complex-forming ionites on the basis of epoxyacrylates and complexones. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Kazakh Series chemistry and technology*, 1(427), 6–11. <http://rmebrk.kz/journals/3927/98263.pdf>.

Houari B., Louhibi S., Tizaoui K., Boukli-hacene L., Benguella B., Roisnel T. & Dorcet V. (2019). New synthetic material removing heavy metals from aqueous solutions and wastewater. *Arabian journal of chemistry*, 12(8), 5040-5048. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.11.010> (in Eng.).

Komissarenkov A.A., Fedorova O.V. (2015). Sorbcionnye tekhnologii. Opređenje svojstv sorbentov: uchebno-metodicheskoe posobie. SPb SPbGTURP. P. 44. (in Russ.). <http://nizrp.narod.ru/metod/kaftbik/9.pdf>.

Lovinskaya A., Kolumbayeva S., Begimbetova D., Suvorova M., Bekmagambetova N. & Abilev S. (2021). Toxic and genotoxic activity of river waters of the Kazakhstan. *Acta Ecologica Sinica*. doi:10.1016/j.chnaes.2021.01.011.

Martin S., Griswold W. (2009). Human health effects of heavy metals. *Environmental Science and Technology briefs for citizens*, 15, 1-6. <https://engg.k-state.edu/chsr/files/chsr/outreach-resources/15HumanHealthEffectsofHeavyMetals.pdf> (in Eng.).

Pacyna J.M., Pacyna E.G. (2001). An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide. *Environmental Reviews*, 9(4), 269–298. DOI: 10.1139/a01-012 (in Eng.).

Qi K., Lu N., Zhang S., Wang W., Wang Z., Guan J. (2021). Uptake of Pb (II) onto microplastic-associated biofilms in freshwater: Adsorption and combined toxicity in comparison to natural solid substrates. *Journal of Hazardous Materials*, , 411, 125115. DOI:10.1016/j.jhazmat.2021.125115 (in Eng.).

Rahman Z., Singh V.P. (2019). The relative impact of toxic heavy metals (THMs) (arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr) (VI), mercury (Hg), and lead (Pb)) on the total environment: an overview. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(7). DOI: 10.1007/s10661-019-7528-7 (in Eng.).

Singh A., Sharma R.K., Agrawal M., Marshall F.M. (2010). Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), 611–619. doi:10.1016/j.fct.2009.11.041 (in Eng.).

Schwarzenbach R.P., Egli T., Hofstetter T.B., Von Gunten U., Wehrli B. (2010). Global Water Pollution and Human Health. *Annual Review of Environment and Resources*, 35(1), 109–136. DOI: 10.1146/annurev-environ-100809-125342 (in Eng.).

Walker C.H., Sibly R.M., Hopkin S.P., Peakall D.B. (2012) D.B.P., in: *Principles of Ecotoxicology*; Group, T. And F., Ed.; 4th Edition, CRC Press. ISBN 9781439862667 (in Eng.).

Woszczyk M., Szychalski W., Boluspaeva L. (2018) Trace metal (Cd, Cu, Pb, Zn) fractionation in urban-industrial soils of Ust-Kamenogorsk (Oskemen), Kazakhstan—implications for the assessment of environmental quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(6), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6733-0> (in Eng.).

Yu Liu, Ping Wang, Boris Gojenko, Jingjie Yu, Lezhang Wei, Dinggui Luo, Tangfu Xiao. A review of water pollution arising from agriculture and mining activities in Central Asia: Facts, causes and effects, *Environmental Pollution*, Vol. 291, 2021, 118209. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118209>.

МАЗМҰНЫ

С. Айт, Ж.Ж. Тілепберген, У. Сұлтанбек, М. Жұрынов, А.Ф. Мифтахова МЕТАНОЛДАҒЫ САНТОНИННІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	5
Н. Аппазов, Б. Диярова, Б. Базарбаев, Б. Джиембаев, О. Лыгина КҮРІШ ҚАЛДЫҒЫМЕН МҰНАЙШЛАМЫН БІРГЕ ӨНДЕУДЕ ҰНДЫ ҚОСУ АРҚЫЛЫ ТҮЙІРШІКТЕЛГЕН БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІР АЛУ.....	17
Н.А. Бектенов, Қ.А. Садыков, М.К. Курманалиев, Л.К. Ыбрайжанова, З.Н. Бектенова АҒЫНДЫ ӨНДІРІСТІК СУЛАРДАН ХРОМ (VI) ЖӘНЕ ҚОРҒАСЫН ИОНДАРЫН БӨЛІП АЛУҒА АРНАЛҒАН ФОСФОРҚҰРАМДЫ ИОНИТ.....	26
Е.Г. Бочевская, З.С. Абишева, А.С. Шарипова, Э.А. Саргелова МЫС ӨНДІРІСІНІҢ ШАЙЫНДЫ ҚЫШҚЫЛЫНАН РЕНИЙДІ ЭКСТРАКЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ ОСМИЙ ҚҰРАМДЫ ФАЗААРАЛЫҚ ӨЛШЕМДЕРДІҢ ТҮЗІЛУІ.....	42
Г.Ж. Джаманбаева, Б.Р. Таусарова, Б.Н. Сүрімбаев, С.Т. Шалғымбаев МЫРЫШ НИТРАТЫ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ МЫРЫШ ОКСИДІНІҢ МИКРО ЖӘНЕ НАНОБӨЛШЕКТЕРІН АЛУҒА ӘСЕРІ.....	57
С.Д. Дузелбаева, З.С. Ахатова, Б.А. Касенова, С.Р. Конуспаев ЖҮНДІ ЖУҒАН САРҚЫНДЫ СУДАН ЖҮН МАЙЫН БӨЛІП АЛУ, ЛАОЛИНДІ АЛУ ЖӘНЕ ОНЫ ТЕРЕҢ ӨНДЕУ.....	68
Б.Т. Ермағамбет, М.К. Қазанқапова, Ж.М. Касенова ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫ МЕН МИКРОСФЕРА НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДЫ АЛУ ЖӘНЕ СУДЫ АУЫР МЕТАЛДАРДАН ТАЗАРТУДА ҚОЛДАНУ.....	86
М.К. Ибраев, О.А. Нуркенов, Ж.Б. Рахимберлинова, З.Т. Шульгау, А.Т. Такибаева, М.Б. Исабаева, А.А. Кельмялене ФУНКЦИОНАЛДЫ АЛМАСТЫРЫЛҒАН АЛКЕНДЕР МЕН ОЛАРДЫҢ ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ РАДИКАЛДЫ ЕМЕС БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	97

- Б.Р. Исакулов, Ю.А. Соколова, М.В. Акулова, А.Г. Соколова, Ж.Б. Тукашев**
 МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНЫҢ КҮКІРТ ҚАЛДЫҚТАРЫН СІңДІРУ
 АРҚЫЛЫ АРБОЛИТО-БЕТОН КОМПОЗИТТЕРІНІҢ БЕРІКТІК
 ҚАСИЕТТЕРІН АРТТЫРУ.....111
- З.М. Мулдахметов, А.М. Газалиев, А.Х. Жакина, Е.П. Василец, О.В. Арнт**
 СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ N-ПРОИЗВОДНОГО
 ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ.....123
- Г.Н. Мусина, А.А. Жорабек, И.В. Кулаков, М.Ж. Кайырбаева, А. Карилхан, Б.Б. Акимбекова**
 АУЫР КӨМІРСУТЕК ШИКІЗАТЫ (ТАСКӨМІР ШАЙЫРЫ) МЕН
 ГИДРОГЕНИЗАТТАРДЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ
 ФУНКЦИЯЛАРЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ӘДІС.....135
- М. Нажипкызы, А. Нургайн, А. Жапарова, А. Исанбекова, Жеоффри Роберт Митчелл**
 «AL/DIATOMITE НЕГІЗДІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАР.....146
- С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керимкулова, Ш.С. Ислам, С.З. Наурызова, М.А. Кожайсакова**
 АСФАЛЬТЕНДЕРДІ ТҰНДЫРУДЫҢ ЖАҢА ТЕЖЕГІШІ РЕТІНДЕГІ
 ТЕРЕҢ ЭВТЕКТИКАЛЫҚ ЕРІТКІШТЕР.....156
- Р. Сафаров, Ж. Берденов, Р. Урлибай, Ю. Носенко, Ж. Шоманова, Ж. Бексентова**
 ПАВЛОДАР АЛЮМИНИЙ ЗАУЫТЫ ТЕХНОГЕНДІК
 ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІ ЖӘНЕ
 ЭКОНОМИКАЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ, ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ КЕҢІСТІКТЕ
 БӨЛІНУІ (ҚАЗАҚСТАН, ПАВЛОДАР).....167
- Е.С. Сычева, М.С. Муканова, Г.Б. Сарсенбаева, О.Т. Сейлханов**
 5-МЕТИЛ-1Н-БЕНЗОТРИАЗОЛ-1-НАТРИЙ КАРБОДИТИОАТЫ
 НЕГІЗІНДЕ ДИТИОКАРБАМИНДІК ТИОАНГИДРИДТЕР СИНТЕЗІ
 ЖӘНЕ ӨСУДІ ЫНТАЛАНДЫРАТЫН БЕЛСЕНДІЛІГІ.....190

СОДЕРЖАНИЕ

С. Айт, Ж.Ж. Тілепберген, У. Султанбек, М. Жұрынов, А.Ф. Мифтахова ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ САНТОНИНА В МЕТАНОЛЕ.....	5
Н. Аппазов, Б. Диярова, Б. Базарбаев, Б. Джиембаев, О. Лыгина ПОЛУЧЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ МУКИ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ РИСОВОГО ОТХОДА С НЕФТЕШЛАМОМ.....	17
Н.А. Бектенов, К.А. Садыков, М.К. Курманалиев, Л.К. Ыбраймжанова, З.Н. Бектенова ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЙ ИОНИТ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ХРОМА (VI) И СВИНЦА ИЗ СТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД.....	26
Е.Г. Бочевская, З.С. Абишева, А.С. Шарипова, Э.А. Саргелова ОБРАЗОВАНИЕ ОСМИЙСОДЕРЖАЩИХ МЕЖФАЗНЫХ ВЗВЕСЕЙ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ РЕНИЯ ИЗ ПРОМЫВНОЙ КИСЛОТЫ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	42
Г.Ж. Джаманбаева, Б.Р. Таусарова, Б.Н. Суримбаев, С.Т. Шалгымбаев ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НИТРАТА ЦИНКА НА ПОЛУЧЕНИЕ МИКРО- И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА.....	57
С.Д. Дузелбаева, З.С. Ахатова, Б.А. Касенова, С.Р. Конуспаев ИЗВЛЕЧЕНИЕ ШЕРСТНОГО ЖИРА ИЗ ПРОМЫВНЫХ ВОД ШЕРСТИ, ПОЛУЧЕНИЕ ЛАНОЛИНА И ЕГО ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА.....	68
Б.Т. Ермагамбет, М.К. Казанкапова, Ж.М. Касенова ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И МИКРОСФЕРЫ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ.....	86
М.К. Ибраев, О.А. Нуркенов, Ж.Б. Рахимберлинова, З.Т. Шульгау, А.Т. Такибаева, М.Б. Исабаева, А.А. Кельмялене СИНТЕЗ И АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ ХАЛКОНОВ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ.....	97

- Б.Р. Исакулов, Ю.А. Соколова, М.В. Акулова, А.Г. Соколова, Ж.Б. Тукашев**
 ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ АРБОЛИТОБЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ ПУТЕМ ПРОПИТКИ СЕРОЙ-ОТХОДОМ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....111
- З.М. Молдахметов, А.М. Ғазалиев, А.Х. Жакина, Е.П. Василец, О.В. Арнт**
 КӨМІР ӨНДІРУ ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ N-ТУЫНДЫСЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....123
- Г.Н. Мусина, А.А. Жорабек, И.В. Кулаков, М.Ж. Кайырбаева, А. Карилхан, Б.Б. Акимбекова**
 МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ТЯЖЕЛОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ (КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ) И ГИДРОГЕНИЗАТОВ.....135
- М. Нажипқызы, А. Нұрғалин, А. Жапарова, А. Исанбекова, Жеоффри Роберт Митчелл**
 КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ AL/DIATOMITE.....146
- С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керимкулова, Ш.С. Ислам, С.З. Наурызова, М.А. Кожайсакова**
 ГЛУБОКИЕ ЭВТЕКТИЧЕСКИЕ РАСТВОРИТЕЛИ В КАЧЕСТВЕ НОВЫХ ИНГИБИТОРОВ ОСАЖДЕНИЯ АСФАЛЬТЕНОВ.....156
- Р. Сафаров, Ж. Берденов, Р. Урлибай, Ю.З. Носенко, Ж. Шоманова, Ж. Бексентова**
 ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ, ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПАВЛОДАРСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА (ПАВЛОДАР, КАЗАХСТАН).....167
- Е.С. Сычева, М.С. Муканова, Г.Б. Сарсенбаева, О.Т. Сейлханов**
 СИНТЕЗ И РОСТСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ДИТИОКАРБАМИНОВЫХ ТИОАНГИДРИДОВ НА ОСНОВЕ 5-МЕТИЛ-1Н-БЕНЗОТРИАЗОЛ-1-КАРБОДИТИОАТА НАТРИЯ.....190

CONTENTS

S. Ait, J.J. Tilebergen, U. Sultanbek, M. Zhurynov, A.F. Miftakhova STUDY OF THE ELECTROCHEMICAL ACTIVITY OF SANTONIN IN METHANOL.....	5
N. Appazov, B. Diyarova, B. Bazarbaev, B. Dzhembaev, O. Lygina PRODUCTION OF GRANULATED ACTIVATED CARBON WITH THE ADDITION OF FLOUR DURING THE JOINT PROCESSING OF RICE WASTE WITH OIL SLUDGE.....	17
N.A. Bektenov, K.A. Sadykov, M.K. Kurmanaliev, L.K. Ybraimzhanova, Z.N. Bektenova PHOSPHORUS-CONTAINING IONITE FOR EXTRACTION OF CHROMIUM (VI) AND LEAD IONS FROM INDUSTRIAL WASTE WATER.....	26
Ye.G. Bochevskaya, Z.S. Abisheva, A.S. Sharipova, E.A. Sargelova FORMATION OF OSMIUM-CONTAINING INTERFACIAL SUSPENSIONS IN THE EXTRACTION OF RHENIUM FROM WASHING ACID OF COPPER PRODUCTION.....	42
G. Jamanbayeva, B. Taussarova, B. Surimbayev, S. Shalgymbayev EFFECT OF ZINC NITRATE CONCENTRATION ON OBTAINING ZINC OXIDE MICRO- AND NANOPARTICLES.....	57
S.D. Duzelbayeva, Z.S. Akhatova, B.A. Kassenova, S.R. Konuspayev EXTRACTION OF WOOL FAT FROM THE WOOL WASH WATER, PRODUCTION OF LANOLIN, AND ITS DEEP PROCESSING.....	68
B.T. Yermagambet, M.K. Kazankapova, Zh.M. Kassenova OBTAINING COMPOSITE MATERIAL BASED ON HUMIC ACID AND MICROSPHERE AND APPLICATION FOR WATER TREATMENT FROM HEAVY METALS.....	86
M. Ibrayev, O. Nurkenov, Zh. Rakhimberlinova, Z. Shulgau, A. Takibayeva, M. Issabayeva, A. Kelmyalene SYNTHESIS AND ANTIRADICAL ACTIVITY OF SUBSTITUTED CHALCONES AND THEIR DERIVATIVES.....	97

B.R. Isakulov, Yu.A. Sokolova, M.V. Akulova, A.G. Sokolova, Zh.B. Tukashev IMPOVEMENT OF STRENGTH PROPERTIES OF ARBOLITE CONCRETE COMPOSITES BY MEANS OF IMPREGNATION WITH SULFUR – BY-PRODUCTS OF OIL AND GAS INDUSTRY.....	111
Z.M. Muldakhmetov, A.M. Gazaliev, A.Kh. Zhakina, Ye.P. Vassilets, O.V. Arnt SYNTHESIS AND STUDY OF THE STRUCTURE OF THE N-DERIVATIVE OF HUMIC ACIDS BASED ON COAL MINING WASTE.....	123
G.N. Musina, A.A. Zhorabek, I.V. Kulakov, M.Zh. Kaiyrbayeva, A. Karilkhan, B.B. Akimbekoiva METHOD DETERMINATION OF THERMODADDITIVE METHOD DETERMINATION OF THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF HEAVY HYDROCARBON RAW MATERIALS (COAL TAR) AND HYDROGENATES OF INAMIC FUNCTIONS OF HEAVY HYDROCARBON RAW MATERIALS (COAL TAR) AND HYDROGENATES.....	135
M. Nazhipkyzy, A. Nurgain, A. Zhaparova, A. Issanbekova, Geoffrey Robert Mitchell Al/DIATOMITE BASED COMPOSITE MATERIALS.....	146
S.B. Ryspaeva, A.Zh. Kerimkulova, Sh.S. Islam, S.Z. Naurizova, M.A. Kozhaisakova DEEP EUTECTIC SOLVENTS AS A NEW INHIBITOR OF ASPHALTENE DEPOSITION.....	156
R. Safarov, Zh. Berdenov, R. Urlibay, Yu. Nossenko, Zh. Shomanova, Zh. Bexeitova SPATIAL DISTRIBUTION OF ELEMENTS, ENVIRONMENTAL EFFECTS, AND ECONOMIC POTENTIAL OF TECHNOGENIC WASTE MATERIALS OF PAVLODAR ALUMINUM PLANT (PAVLODAR, KAZAKHSTAN)....	167
Ye.S. Sycheva, M.S. Mukanova, G.B. Sarsenbaeva, O.T. Seilkhanov SYNTHESIS AND GROWTH STIMULATING ACTIVITY OF DITHIOCARBAMINE THIOANHYDRIDES BASED ON SODIUM 5-METHYL-1H-BENZOTRIAZOL-1-CARBODITHIOATE.....	190

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәлікқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 26.09.2022.

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

13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.