

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халық»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF
THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

3 (456)

JULY – SEPTEMBER 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halysk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в Astana IT University, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «USTEM Robotics» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «Almaty Digital Ustaz».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится

работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»**

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 Мыңжасарұлы (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

ФАРУҚ Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдар 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/archiv>

© «Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2023

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

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент 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

ТЕЛЫГАЕВ 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/arhiv>

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2023

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

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

KHUTORANSKY 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, 2023

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 3. Number 456 (2023), 138-156

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.183>

УДК 628.31:621.762:543

© O.V. Rozhkova^{1,2}, Sh.A. Muzdybayeva³, K.B. Musabekov⁴, D.M-K. Ibraimova⁴,
V.I. Rozhkov¹, M.T. Yermekov², 2023

¹NJSC "Kazakh Agrotechnical Research University named after Saken Seifullin,
Astana, Kazakhstan;

²JSC «Science and Technology Solutions», Almaty, Kazakhstan;

³LLP "Altai Geological and Ecological Institute", Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan;

⁴Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: rozhkova.o@stsolutions.kz

RESEARCH OF ACTIVATE NATURAL NANOSTRUCTURAL MINERALS-BENTONITE USED FOR WASTEWATER TREATMENT

Rozhkova Olga Vladimirovna – Doctor of Chemical Sciences, Professor of NAO "Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin", Astana, Kazakhstan, 010000, Zhenis Avenue, 62, Astana, Kazakhstan, JSC "Science and Technology Solutions", Astana, Kazakhstan, 010000, Republic Avenue, 24
E-mail: rozhkova.o@stsolutions.kz; <https://orcid.org/0000-0001-8163-7035>;

Muzdybayeva Sharbanu Akkazinovna - Candidate of Chemical Sciences, Director of Altai Geological and Ecological Institute LLP, 070000, Karl Liebknecht Street, 21, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
E-mail: sharbanu1958@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0002-4882-3845>;

Musabekov Kuanyshbek Bituovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Natural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Al-Farabi KazNU, 050000, 71 Al-Farabi Avenue, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: musabekov40@mail.ru ; <https://orcid.org/0000-0003-1114-1901>;

Ibraimova Dana Mykty-Kereevna – Candidate of Chemical Sciences, Senior lecturer, Al-Farabi KazNU, 050000, 71 Al-Farabi Avenue, Almaty, Kazakhstan

E-mail: dana_kereevna@kaznu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-1761-9745>;

Rozhkov Vitaliy Igorevich – Candidate of Technical Sciences, NAO “Kazakh Agrotechnical University named after Saken Seifullin”, Astana, Kazakhstan

E-mail: Vitalrza1983@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3232-5972>;

Yermekov Marat Teginbayevich - Director of the Project and Asset Management Department of Science and Technology Solutions JSC, 050000, Almaty, Kazakhstan

E-mail: yermekov.m@stsolutions.kz; <https://orcid.org/0000-0002-5226-2710>.

Abstract. Kazakhstan's natural bentonites, according to geological, mineralogical and physico-chemical characteristics, meet the requirements for materials intended for the production of highly effective sorbents, as well as composite materials for multifunctional purposes. Of all the special methods of water purification, adsorption methods are the simplest, less expensive, affordable and effective. In this connection, the

organization of domestic production of natural adsorbents for wastewater treatment of industrial enterprises is a very relevant direction for solving a number of environmental problems. In this work, the authors, using modern research methods: inductively coupled plasma mass spectrometry, polarographic and X-ray fluorescence spectrometer, as well as a scanning electron microscope with an energy dispersion analysis prefix, studied the physico-chemical characteristics, composition and structure of a natural sorbent, using the example of bentonite clay 14 horizon of the Tagansky deposit of the East Kazakhstan region, in its various forms: natural (initial), acidic and thermo-acid activation. The experimental base was wastewater from a large industrial mining and metallurgical company Kazzinc LLP (Ust-Kamenogorsk). It is shown that a comparative assessment of industrial wastewater treatment from heavy metal ions with bentonite in various forms presented: natural (initial), acidic and thermo-acid activation showed that the best adsorbent in relation to the studied ions is thermo-acid-activated bentonite. It was found that thermo-acid-activated bentonite clay allows removing Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} ions from wastewater by 99.6, 94.7, 98.9 and 99.5%, respectively, which ensures the achievement of MPCr.-x standards for waters used for economic purposes under selected optimal conditions, which were recorded on the basis of conducted experiments.

Keywords: bentonite clay, natural adsorbents, flocculants, wastewater, montmorillonite, mineral structure, thermo-acid activation

Acknowledgment. *This scientific research was carried out within the framework of grant funding of the project AP19674742 (IRN) "Technology for obtaining a new organomineral composite material based on natural bentonite of Eastern Kazakhstan." The source of funding is the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan. The authors express deep gratitude for the allocated grant funding.*

© О.В. Рожкова^{1,2}, Ш.А. Муздыбаева³, К.Б. Мұсабеков⁴, Д.М.-К. Ибраимова⁴,
В.И. Рожков¹, М.Т. Ермеков², 2023

¹ "Қазақ агротехникалық зерттеу университеті" КЕАҚ Сәкен Сейфуллин,
Астана, Қазақстан;

² "Science and Technology Solutions" АҚ, Алматы, Қазақстан;

³ "Алтай геологиялық-экологиялық институты" ЖШС, Өскемен, Қазақстан;

⁴ Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: rozhkova.o@stsolutions.kz

ТАБИҒИ НАНОҚҰРЫЛЫМДЫҚ БЕЛСЕНДІ МИНЕРАЛДАР- БЕНТОНИТТІ ЗЕРТТЕУ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ҮШІН

Рожкова Ольга Владимировна – химия ғылымдарының докторы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ профессоры, Астана қ., Қазақстан, 010000, Жеңіс даңғылы, 62, Астана қ., Қазақстан, «Science and Technology Solutions» АҚ, Астана қ., Қазақстан, 010000, Республика даңғылы, 24

E-mail: rozhkova.o@stsolutions.kz; <https://orcid.org/0000-0001-8163-7035>;

Муздыбаева Шарбану Аққазықызы -химия ғылымдарының кандидаты, "Алтай геологиялық-экологиялық институты" ЖШС директоры, 070000, Карл Либкнехт көшесі, 21, Өскемен, Қазақстан
E-mail: sharbanu1958@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0002-4882-3845>;

Мұсабеков Қуанышбек Битұлы – химия ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасы Ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясының академигі, атындағы Қазақ ұлттық университеті. әл-Фараби, 050000, әл-Фараби даңғылы, 71, Алматы, Қазақстан
E-mail: musabekov40@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1114-1901>;

Ибраимова Дана Мықты-Кереевна – химия ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, атындағы Қазақ ұлттық университеті. әл-Фараби, 050000, әл-Фараби даңғылы, 71, Алматы, Қазақстан
E-mail: dana_kereevna@kaznu.kz;<https://orcid.org/0000-0002-1761-9745>;

Рожков Виталий Игоревич – т.ғ.к., «Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» ҰБ, Астана, Қазақстан; «Алтай геологиялық-экологиялық институты» ЖШС, Өскемен, Қазақстан

E-mail: Vitalrza1983@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3232-5972>;

Ермеков Марат Тегінбайұлы – «Science and Technology Solutions» АҚ Жоба және активтерді басқару департаментінің директоры, 050000, Алматы, Қазақстан

E-mail: yermekov.m@stsolutions.kz; <https://orcid.org/0000-0002-5226-2710>.

Аннотация. Қазақстандық табиғи бентониттер геологиялық-минералогиялық және физика-химиялық сипаттамалары бойынша тиімділігі жоғары сорбенттерді, сондай-ақ көпфункционалды мақсаттағы Композициялық материалдарды өндіруге арналған материалдарға қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Суды тазартудың барлық арнайы әдістерінің ішінде адсорбциялық әдістер ең қарапайым, арзан, қол жетімді және тиімді болып табылады. Осыған байланысты өнеркәсіптік кәсіпорындардың сарқынды суларын тазарту үшін табиғи адсорбенттердің отандық өндірісін ұйымдастыру бірқатар экологиялық міндеттерді шешу үшін өте өзекті бағыт болып табылады. Бұл жұмыста авторлар заманауи зерттеу әдістерін қолдана отырып: индуктивті байланысқан плазмасы бар масс-спектрометрия, полярографиялық және рентгенфлуоресценттік спектрометр, сондай-ақ энергодисперсиялық талдау префиксі бар растрлық электронды микроскоп, Шығыс Қазақстан облысы Таган кен орнының 14 горизонтының бентонит сазының мысалында табиғи сорбенттің физика-химиялық сипаттамалары, құрамы мен құрылымы зерттелді. оның әртүрлі формалары: табиғи (бастапқы), қышқылдық және термо-қышқылдық активтенуден өткен. Тәжірибелік база "Қазмырыш" ЖШС (Өскемен к.) ірі өнеркәсіптік тау-кен металлургиялық компаниясының сарқынды сулары болды. Өнеркәсіптік ағынды суларды ауыр металл иондарынан бентонитпен әр түрлі формада тазарту бойынша салыстырмалы бағалау көрсетілген: табиғи (бастапқы), қышқыл және термоқышқылды активтендіруден өткен, зерттелетін иондарға қатысты ең жақсы адсорбент термоқышқылды белсендірілген бентонит екенін көрсетті. Термо-қышқылмен белсендірілген бентонит сазы ағынды сулардан Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} иондарын тиісінше 99.6, 94.7, 98.9 және 99.5% алып тастауға мүмкіндік беретіні анықталды, бұл ШРК нормаларына қол жеткізуді қамтамасыз етеді.- х. жүргізілген эксперименттер негізінде бекітілген оңтайлы жағдайлар таңдалған кезде шаруашылық мақсаттарда пайдаланылатын сулар үшін.

Түйін сөздер: бентонит сазы, табиғи адсорбенттер, флокулянттар, ағынды сулар, монтмориллонит, минералды құрылым, термо қышқылды белсендіру

Алғыс. Бұл ғылыми зерттеу АР19674742 (IRN) «Шығыс Қазақстанның табиғи бентониті негізінде жаңа органикалық минералды композиттік материалды алу технологиясы» жобасын гранттық қаржыландыру шеңберінде жүзеге асырылды. Қаржыландыру көзі Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті болып табылады. Авторлар бөлінген гранттық қаржыландыру үшін үлкен алғыс білдіреді.

© **О.В. Рожкова¹, Ш.А. Муздыбаева³, К.Б. Мусабеков⁴,
Д.М-К. Ибраимова⁴, В.И. Рожков¹, М.Т. Ермеков², 2023**

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

²АО «Science and Technology Solutions», Алматы, Казахстан;

³ТОО «Алтайский геолого-экологический институт»,
Усть-Каменогорск, Казахстан;

⁴Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
E-mail: rozhkova.o@stsolutions.kz

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МИНЕРАЛОВ-БЕНТОНИТА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Рожкова Ольга Владимировна – доктор химических наук, профессор НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, 010000, проспект Женис, 62, г. Астана, Казахстан, АО «Science and Technology Solutions», Астана, Казахстан, 010000, проспект Республики, 24

E-mail: rozhkova.o@stsolutions.kz; <https://orcid.org/0000-0001-8163-7035>;

Муздыбаева Шарбану Акказиновна - кандидат химических наук, Директор ТОО "Алтайский геолого-экологический институт", 070000, улица Карла Либкнехта, 21, Усть-Каменогорск, Казахстан
E-mail: sharbanu1958@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4882-3845>;

Мусабеков Куанышбек Битуович – доктор химических наук, профессор, академик Национальной академии естественных наук РК, КазНУ им. аль-Фараби, 050000, проспект аль-Фараби, 71, г. Алматы, Казахстан

E-mail: musabekov40@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1114-1901>;

Ибраимова Дана Мыкты-Кереевна – кандидат химических наук, старший преподаватель, КазНУ им. аль-Фараби, 050000, проспект аль-Фараби, 71, г. Алматы, Казахстан

E-mail: dana_kereevna@kaznu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-1761-9745>;

Рожков Виталий Игоревич – кандидат технических наук, НАО «Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина», Астана, Казахстан; ТОО «Алтайский геолого-экологический институт», г. Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: Vitalrza1983@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3232-5972>;

Ермеков Марат Тегинбаевич – директор департамента Управления проектами и активами АО «Science and Technology Solutions», 050000, г. Алматы, Казахстан

E-mail: yermekov.m@stsolutions.kz; <https://orcid.org/0000-0002-5226-2710>.

Аннотация. Казахстанские природные бентониты, по геолого-минералогическим и физико-химическим характеристикам соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам предназначенным для производства высо-

коэффициентных сорбентов, а также композиционных материалов многофункционального назначения. Из всех специальных методов очистки вод адсорбционные методы являются наиболее простыми, менее дорогостоящими, доступными и эффективными. В связи с чем, организация отечественного производства природных адсорбентов для очистки сточных вод промышленных предприятий является весьма актуальным направлением для решения ряда экологических задач. В данной работе, авторами, с помощью современных методов исследования: масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, полярографического и рентгенфлуоресцентного спектрометра, а также растрового электронного микроскопа с приставкой энергодисперсионного анализа изучены физико-химические характеристики, состав и структура природного сорбента, на примере бентонитовой глины 14 горизонта Таганского месторождения Восточно-Казахстанской области, в различных ее формах: естественной (исходной), прошедшей кислотную и термо-кислотную активацию. Экспериментальной базой являлись сточные воды крупной промышленной горно-металлургической компании ТОО «Казцинк» (г. Усть-Каменогорск). Показано, что сравнительная оценка по очистке промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов бентонитом в различных представленных формах: естественной (исходной), прошедшей кислотную и термо-кислотную активацию показала, что наилучшим адсорбентом по отношению к исследуемым ионам является термо-кислотноактивированный бентонит. Установлено, что термо-кислотноактивированная бентонитовая глина позволяет удалить из сточной воды ионы Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} на 99.6, 94.7, 98.9 и 99.5 %, соответственно, что обеспечивает достижение норм ПДК_{р-х} для вод, используемых в хозяйственных целях при выбранных оптимальных условиях, которые были зафиксированы на основе проводимых экспериментов.

Ключевые слова: бентонитовая глина, природные адсорбенты, флокулянты, сточные воды, монтмориллонит, структура минералов, термо-кислотная активация

Благодарность. Данное научное исследование выполнено в рамках грантового финансирования проекта AP19674742 (ИРН) "Технология получения нового органоминерального композиционного материала на основе природного бентонита Восточного Казахстана". Источником финансирования является Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Авторы выражают глубокую признательность за выделенное грантовое финансирование.

Введение

Согласно оценкам инвестиционного климата ООН добыча и переработка сырья является постоянно действующим фактором на флору и фауну Земли. Одним из факторов негативного влияния на экологическую ситуацию являются сточные воды (СВ) промышленных предприятий металлургического производства (водооборотная вода, хозяйственных объектов, а также СВ, которые образуются при эксплуатации месторождений горнорудной промышленности, загрязненные

частицами породы, минеральными солями, катионами тяжёлых металлов (ТМ), во много раз превышающих предельно-допустимую концентрацию рыбохозяйственного назначения ($\text{ПДК}_{\text{р-х}}$).

Известно, что используемый, в настоящее время практически во всех предприятиях, традиционный метод очистки СВ, основанный на осаждении ТМ гидроксидом железа, образующегося на момент нейтрализации (известкования) или хлорной известью (активным хлором), не является универсальным и не во всех случаях обеспечивает достижение $\text{ПДК}_{\text{р-х}}$ по содержанию вредных примесей (Rozhkova et al., 2023).

Следует отметить, что применение реагентного способа для очистки СВ зачастую приводит ко вторичному их загрязнению (химически чистый реагент не всегда доступен) и требует дополнительных материальных затрат. В настоящее время внимание ученых и практиков все больше привлекают сорбенты естественного происхождения. В последние 2–3 десятилетия проводятся интенсивные исследования по использованию природного минерального сырья в качестве сорбентов для извлечения ионов ТМ из загрязненных вод.

Казахстанские природные неметаллические материалы (бентониты, цеолиты) по геолого-минералогическим, структурно-механическим, физико-химическим характеристикам соответствуют требованиям, предъявляемым к сырью для производства высокоэффективных материалов – адсорбентов, а также композиционных материалов для многофункционального назначения.

В настоящее время в Тарбагатайском районе (с. Акжар) Восточно-Казахстанской области (ВКО) работает производство по добыче и переработке бентонитовой глины уникального Таганского месторождения, промышленные запасы которых составляют более 9 млн. тонн и могут успешно использоваться в качестве очистителей от вредных примесей.

Необходимо отметить, что бентонит, используемый для очистки сточных вод от ионов ТМ, одновременно увеличивает мутность очищаемой воды, что нежелательно для водоемов. Одним из путей решения этой проблемы является получение композиций природных наноструктурированных сорбентов, в частности минералов бентонитовых глин, цеолита с полимерными и мономерными агентами. Между тем, модифицирование поверхности минералов бентонитовых глин высокомолекулярными соединениями с различными функциональными группами может повысить его адсорбционную способность и селективность к ионам металлов, что является очень привлекательным в плане реализации данного исследования.

Кроме того, знание механизма флокуляции позволяет выбрать оптимальный режим осаждения взвешенных частиц, сочетающий минимальный расход флокулянтов с максимальной интенсивностью водоочистки. Однако, ряд практически важных вопросов, в частности, закономерности флокуляции гидродисперсии в присутствии композиций флокулянтов, изучены недостаточно, хотя перспективность применения таких композиций для очистки воды не вызывает сомнения.

Открытыми остаются вопросы, касающиеся взаимосвязи между параметрами макро-ионов в растворе и на поверхности дисперсной фазы, структурой адсорбционных слоев полиэлектролитов и их комплексов, а также формирующихся полимерсодержащих агрегатов, вопросы кинетики формирования подобных агрегатов и флокуляции частиц гидродисперсии ионов металлов.

Ввиду разнообразия промышленных вод по происхождению, химическому составу, характеру примесей, рекомендовать постоянную определенную дозу адсорбента для всех возможных стоков практически невозможно. Поэтому для действующих предприятий необходимо проводить исследования для установления условий очистки, т.к. непосредственная проверка применяемого материала в реальных стоках дает окончательный количественный и качественный ответ о рациональности использования данного образца адсорбента.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлась сточная вода ТОО «Казцинк» (г.Усть-Каменогорск), количественный и качественный состав которого представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Количественные и качественные характеристики сточной воды ТОО «Казцинк».

Объект исследования	Содержание компонентов, мг/дм ³				
	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Cd ²⁺	Zn ²⁺	Взвешенные вещества
Сточная вода ТОО Казцинк	0,070±0,002	0,55±0,04	0,35±0,03	0,55±0,04	50,00

В качестве природного материала была испытана бентонитовая глина 14 горизонта Таганского месторождения ВКО, качественные и количественные характеристики- результаты элементного анализа полученного методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой представлены в таблице 2. Из приведенных в таблице 2 данных по составу бентонитовой глины, фазового анализа (таблица 3) и на основе сопоставительного анализа по содержанию изучаемых ионов ТМ, для испытания нами был выбран бентонит 14 горизонта (западный).

Для проведения физико-химических исследований, в настоящей работе применялись такие методы, как масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, полярографический, рентгенофлуоресцентный спектрометр, растровый электронный микроскоп с приставкой энергодисперсионного анализа.

Таблица 2 - Качественный и количественный состав бентонитовой глины Таганского месторождения ВКО

Название горизонта	Содержание элементов, мкг/г									
	Li	Be	B	Na	Mg	Al	P	K	Ca	Sc
12 северный	46,95	1,15	85,44	8731	33770	77140	565,0	1838	13129	7,69
13 восточный	42,39	1,24	157,80	8683	32110	90190	562,6	1644	14730	9,29
14 западный	21,21	1,62	54,40	10126	25110	70030	216,1	1063	8107	10,37
Название горизонта	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ge
12 северный	1921	39,83	41,51	880	26320	20,17	26,87	28,36	126,8	1,851

13 восточный	3009	54,12	45,76	921	37880	12,23	19,63	40,76	118,3	1,506
14 западный	2997	58,67	45,89	404,7	35400	11,19	14,45	34,4	41,9	1,02
Название горизонта	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ru	Rh	Pd	Ag
12 северный	1,571	109,1	24,79	40,89	2,196	3,104	0,587	0,015	0,718	2,577
13 восточный	1,098	131,3	8,21	56,71	1,389	3,291	0,618	0,027	0,587	2,190
14 западный	2,65	117,0	9,42	69,39	1,61	3,76	0,01	0,02	0,31	0,63
Название горизонта	Cd	In	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd
12 северный	0,160	0,072	4,242	1,241	0,967	42,55	16,48	42,59	3,866	15,01
13 восточный	0,156	0,676	8,530	2,350	0,778	294,60	2,99	6,62	0,663	2,38
14 западный	0,16	0,10	6,65	1,16	0,86	245,1	8,48	16,20	1,65	6,50
Название горизонта	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
12 северный	3,183	0,415	2,851	0,264	0,841	0,301	0,604	0,116	0,685	0,107
13 восточный	0,484	0,133	0,493	0,047	0,183	0,083	0,233	0,051	0,316	0,063
14 западный	1,30	0,22	0,99	0,16	0,86	0,39	0,64	0,18	1,38	0,12
Название горизонта	Hf	Ta	W	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U	
12 северный	1,350	0,523	0,733	0,243	0,0067	9,13	0,296	3,011	4,507	
13 восточный	1,919	0,825	1,044	0,373	0,0031	22,68	0,526	3,978	0,899	
14 западный	9,35	1,12	2,35	0,01	0,069	13,1	0,41	8,73	1,98	

В таблице 3 представлены результаты фазового анализа бентонитовой глины используемого для исследования.

Таблица 3 - Фазовый анализ бентонитовой глины

Название горизонта	Фазовый состав, %										
	SiO ₂	NiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	H ₂ O	п.п.
12 - северный	56,06	0,63	16,11	3,88	1,96	2,63	0,56	0,45	0,38	9,33	7,9
13- восточный	55,48	0,30	18,38	4,20	1,98	2,18	0,54	0,41	0,32	8,92	7,5
14 - западный	58,28	-	23,95	0,68	0,85	-	1,12	0,11	-	4,67	8,25

Результаты и обсуждение

Изучение особенности структурно-химических характеристик бентонита позволяет раскрывать новые возможности применения его для изготовления адсорбентов для углубленной переработки нефти, мазутов и других углеводородных остатков, а также в качестве сорбционных материалов для очистки промышленных и хозяйственных стоков.

Известно, что основным порообразующим минералом бентонита является монтмориллонит. Принимается структура монтмориллонитовых минералов, базируются на первоначальных основных положениях, предложенных Гофманом, Энделлом и Вильмом, видоизмененных позднее Маршалом, Магдэффрау и Гофманом, а также Хендриком (Merabishvili, 1962).

Согласно этой концепции, структура монтмориллонита складывается двумя листами кремнекислородных тетраэдров, разделенными в центре октаэдрическим алюмокислородным листом. Все они образуют один слой, между слоями находится межслоевая вода, где находятся обменоспособные катионы такие как (Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺).

Теоретический состав без межслоевого материала составляет: оксида кремния – 66,7 %, оксида алюминия – 28,3 %, воды – 5 %.

Бентониты в естественном виде не проявляют заметной каталитической и адсорбционной активности, поэтому требуется их предварительная активация или модификация. Важная особенность природных сорбентов – возможность их модификации и активации с помощью различных методов обработки (термическая, кислотная, солевая и др.).

Направленность этого процесса при кислотной, щелочной и солевой обработке состоит, с одной стороны, в «расшатывании» микроструктуры сорбента, увеличении его пористости и удельной поверхности.

С другой стороны, химическая обработка приводит к изменению кристаллоструктурных особенностей, повышению ионообменных свойств за счет изменения состава обменных катионов и созданию новых активных центров, что делает перспективным их использование в качестве сорбентов и катализаторов (Kukovsky, 1966).

Известно (Komarov et al., 1961), что микрочастицы глины содержат многослойную водную оболочку, в которой молекулы воды обладают значительной подвижностью. Обычно на поверхностном слое минерала существуют молекулы воды H_2O трех видов:

- 1) вода, окружающая дефекты структуры (поляризованная за счет их зарядов), т.е. дефектно-структурная;
- 2) вода, заполняющая трещины, поры между частицами, т. е. «жидкая» адсорбированная;
- 3) вода пленки, образующейся из минерала в процессе его техногенного или природного преобразования.

Как правило, в минеральных объектах преобладает «жидкая» вода.

На рисунках 1-2 представлены результаты структурного анализа бентонитовой глины естественной и термоактивированной формы полученные на растровом электронном микроскопе с системой микроанализа INCA Energy.

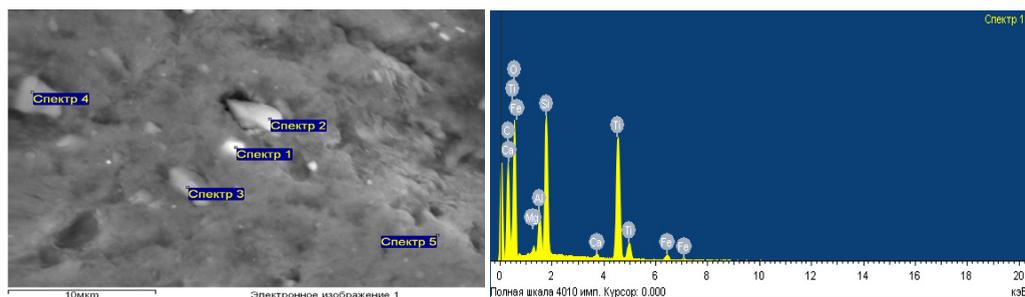


Рисунок 1 - Ультрадисперсные минеральные фазы бентонитовой глины 14 горизонта без контакта естественной формы

Параметры обработки: Выполнен анализ всех элементов (Нормализован)

Спектр	В стат.	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Fe	Итого
Спектр 1	Да	57.46	2.28	9.92	26.80	0.71		2.83	100.00
Спектр 2	Да	57.55	2.15	9.86	26.87	0.67		2.91	100.00
Спектр 3	Да	61.55	1.58	6.77	17.35	0.51	10.14	2.11	100.00
Спектр 4	Да	65.13	1.23	5.46	32.41	0.60		2.17	100.00
Макс.		61.55	2.28	9.92	32.41	0.71	10.14	9.91	
Мин.		57.46	1.23	5.46	17.35	0.51	10.14	2.11	

Все результаты в весовых %

Параметры обработки: Выполнен анализ всех элементов (Нормализован)

Спектр	В стат.	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Fe	Итого
Спектр 1	Да	61.65	0.72	3.48	11.13	0.37	21.01	1.64	100.00
Спектр 2	Да	64.17	0.65	3.39	30.08	0.30	0.24	1.18	100.00
Спектр 3	Да	62.68	0.41	2.61	33.07	0.24		1.00	100.00
Спектр 4	Да	63.46	0.39	1.99	33.28			0.88	100.00
Спектр 5	Да	57.10	1.60	9.04	27.52	0.87	0.27	3.60	100.00
Макс.		64.17	1.60	9.04	33.28	0.87	21.01	3.60	
Мин.		57.10	0.39	1.99	11.13	0.24	0.24	0.88	

Все результаты в весовых %

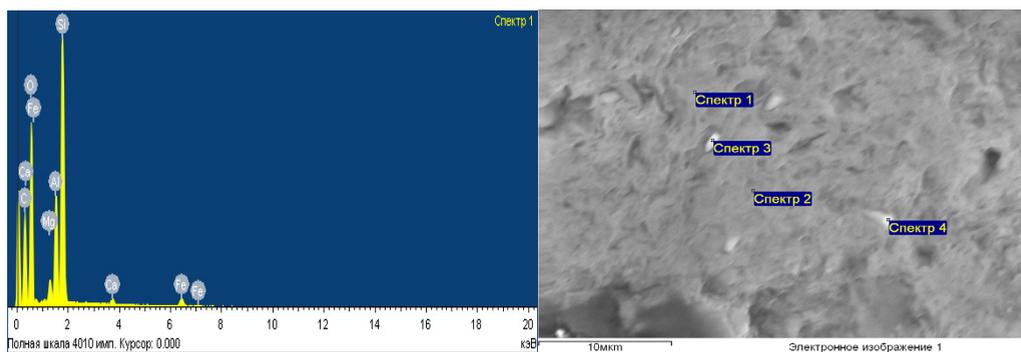


Рисунок 2 - Ультрадисперсные минеральные фазы бентонитовой глины 14 горизонта без контакта термоактивированной формы

Количество и состояние отдельных форм молекулярно связанной воды в минералах оказывают влияние на реологические и технологические свойства глинистого сырья. Поэтому термическая обработка бентонитовых глин является одним из задач данного исследования. Как видно из рисунков 1 и 2, изменился количественный состав составляющих элементов, изменилась пористость структуры, возрастает степень дисперсности, что в дальнейшем может, приводит к повышению емкости обмена ионов в системе. В этом случае, необходимо учесть дисперсность используемой глины, так как существенной особенностью бентонита является дисперсность, с чем связаны сорбционные его свойства (способность поглощать те или иные катионы). При этом уменьшаются количество

связанной воды и теплота смачивания (Shevchuk, et al., 2003). Согласно принципу Ле-Шателье, при высоких температурах могут возникать и быть устойчивыми только такие кристаллические фазы, энергия связи частиц которых, противостоит разрушающему действию теплового движения. Такими фазами могут быть лишь кристаллические соединения с минимальной внутренней энергией. В таком экзотермическом процессе роль обменных катионов заключается в вытеснении катиона Al^{3+} из октаэдрической конфигурации и компенсации отрицательного заряда, возникающем при изоморфном замещении в тетраэдрах иона Si^{4+} на ион Al^{3+} (Singh, et al., 1984).

Известно, что наилучшим способом активации бентонита является кислотная активация при повышенной температуре (Eirish et al., 1970). Кислотная активация бентонита заметно уменьшает содержание в образцах оксидов магния, железа, щелочных и щелочноземельных металлов, так как процесс активации сопровождается вымыванием из глин оксидов металлов.

При кислотной активации бентонитов, кроме замещения обменоспособных катионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} на ионы водорода активирующей кислоты, разрушается кристаллическая структура монтмориллонита. В обменном положении появляются ионы H^+ и Al^{3+} . Причем обменных ионов алюминия значительно больше, чем ионов водорода.

На рисунке 3 представлены результаты структурного анализа бентонита прошедшего термокислотной активации. При кислотной активации бентонитовых глин разрушается не только октаэдрический (центральный) слой, но и тетраэдрические слои решетки монтмориллонита. Об этом свидетельствует уменьшение количества изоморфных замещений в тетраэдрическом и октаэдрическом слоях (Bourliva et al., 2015).

Остальная часть ионов алюминия, извлеченная из структуры монтмориллонита, вытесняет с обменных позиций ионы магния, железа, связывается с решеткой для компенсации ее отрицательных зарядов и вместе с ионами H^+ создает обменную кислотность ($H^+ + Al^{3+}$).

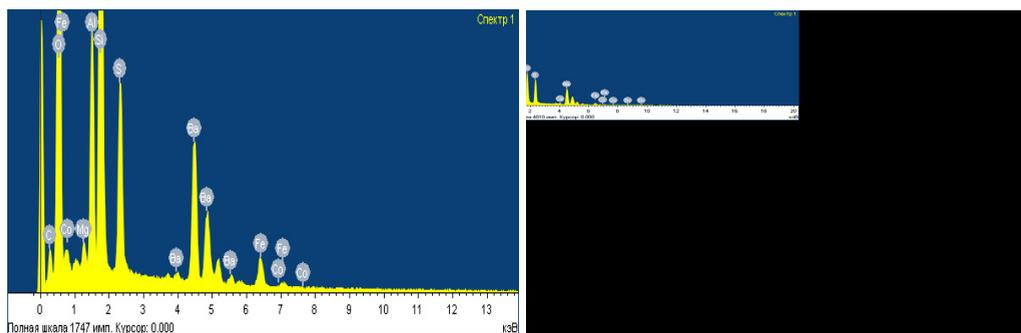


Рисунок 3 – Ультрадисперсные минеральные фазы бентонитовойглины 14 горизонта термокислотноактивированно формы

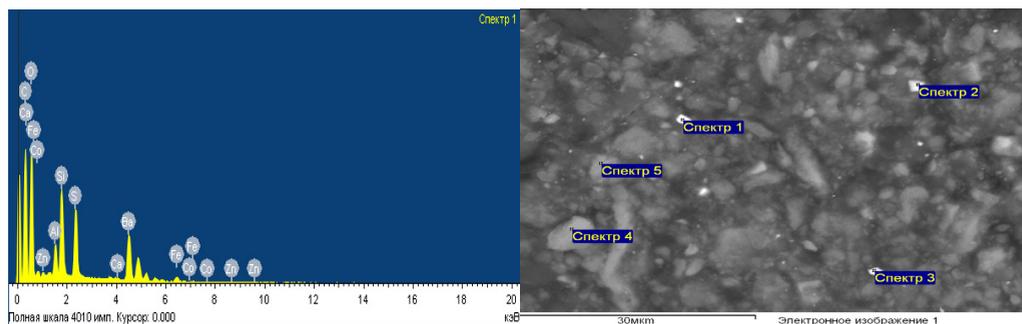


Рисунок 4 – Ультрадисперсные минеральные фазы бентонитовойглины 14 горизонта (западного) термо-кислотоактивированной формы после контакта со сточной водой

При прочих равных условиях нейтрализация отрицательного заряда решетки монтмориллонита Al^{3+} происходит быстрее по сравнению с одно- и двухзарядными катионами (Bugakov et al., 2018).

Как видно из рисунка 4 представленный структурный анализ бентонитовой глины прошедшей термо-кислотной активации имеет структуру отличной от представленных на рисунках 2–3, где бентонит в естественной и термоактивированной формы. Микроскопическое исследование показывает, что термо-кислотоактивированный бентонит имеет более пористости структуры, увеличивался удельная поверхность, что способствует повышенную катионнообменную способность.

Результат, представленный на рисунке 4, показывает наличие элемента цинка. Эти данные свидетельствуют о том, что после контакта бентонита термоактивированной формы со сточной водой произошла сорбция ионов цинка. Как показывают результаты исследований (рисунок 4) на спектре 1 обнаружен цинк 0.50 % (весовых соотношениях). Сопоставительный анализ результатов масс-спектрометрии и растровой электронной микроскопии показывает, что они валидны и не противоречат полученным экспериментальным данным.

Параметры обработки: Выполнен анализ всех элементов (Нормализован)

Спектр	В стат.	O	Mg	Al	Si	S	Ca	Ti	Fe	Co	Zn	Ba	Итого
Спектр 1	Да	44.06		4.45	10.57	8.42	0.38		2.06	0.00	0.50	29.56	100.00
Спектр 2	Да	59.77	0.46	4.14	10.02		0.53	22.77	2.31				100.00
Спектр 3	Да	44.16	0.79	4.82	14.62		0.43		35.18				100.00
Спектр 4	Да	55.96	1.45	9.90	26.99		0.87	0.52	4.31				100.00
Спектр 5	Да	55.65	1.49	10.49	26.88		0.80		4.69				100.00
Макс.		59.77	1.49	10.49	26.99	8.42	0.87	22.77	35.18	0.00	0.50	29.56	
Мин.		44.06	0.46	4.14	10.02	8.42	0.38	0.52	2.06	0.00	0.50	29.56	

Все результаты в весовых %

Параметры обработки: Выполнен анализ всех элементов (Нормализован)

Спектр	В стат.	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Ti	Fe	Ba	Итого
Спектр 1	Да	51.92		0.74	6,29	15.30	4.91				2.44	18.4	100.00
Спектр 2	Да	63.09		0.67	5.25	13.42			0.19	15.02	2,35		100.00
Спектр 3	Да	61.42	0.41	1.13	9.19	23.02		0.17	0.24	0.38	4.05		100.00
Спектр 4	Да	65.87	0.37	0.71	5.69	24.71			0.17	0.28	2.20		100.00
Спектр 5	Да	64.91	0.47	0.84	7.56	23.16		0.16	0.22		2.69		100.00
Макс.		65.87	0.47	1.13	9.19	24.71	4.91	0.17	0.24	15.02	4.05	18.4	
Мин.		51.92	0.37	0.67	5.25	13.42	4.91	0.16	0.17	0.28	2.20	18.4	

Все результаты в весовых %

Как видно из рисунка 4 после контакта термо-кислотоактивированной бентонитовой глины со сточной водой образуется плотный материал тонкокристаллической структурой, содержащий не только катионы щелочных и щелочноземельных металлов, но и примеси имеющихся в очищаемой воде.

Сравнительная оценка по очистке СВ от ионов ТМ (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) бентонита в различных формах: естественной (исходной), прошедшей кислотную и термо-кислотную активацию показывает, что наилучшим сорбентом по отношению к исследуемым ионам является термо-кислотоактивированный бентонит. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Извлечение ионов тяжелых металлов из шахтной воды естественным и термо-кислото активированным бентонитом

Ионы тяжелых металлов	Извлечение, %			
	Бентонит:			
	исходный	кислотно активированный	термо активированный	термо-кислотно активированный
Cu^{2+}	33,3	59,8	65,6	99,6
Pb^{2+}	18,2	68,3	74,9	94,7
Cd^{2+}	17,6	44,4	48,7	98,9
Zn^{2+}	29,2	61,2	67,1	99,5

Максимальная степень извлечения ионов Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} термо-кислотоактивированным бентонитом составляет 99,0; 94,7; 98,9; 99,5 %, соответственно (вероятно, это связано с увеличением общей обменной кислотности, обусловленной ионами H^+ и Al^{3+}), тогда как использование в качестве сорбента естественного бентонита эта величина для выше указанных ионов составляет 33,3; 18,2; 17,6; 29,2 %, для кислотно активированной формы бентонита степень извлечения составляет 59,8; 68,3; 44,4; 61,2 %, а для термоактивированной формы бентонита степень извлечения составляет 65,6; 74,9; 48,7; 67,1 % соответственно.

Как видно из полученных результатов применение бентонитовой глины, прошедшей кислотную активацию без предварительной термообработки, степень

извлечения ионов ТМ ниже чем, если использовать термоактивированную или термо-кислотноактивированную формы.

В этом случае адсорбционная способность бентонита занижена, вероятно это связано с набуханием используемого образца, а также с тем, что в межпакетное пространство могут проникать не только обменные катионы, но также молекулы полярных органических и неорганических соединений, что может составить конкуренцию по отношению к ионам ТМ.

Установлено, что при кислотной активации монтмориллонитовых глин структура монтмориллонита сохраняется при извлечении почти до 80 % ионов магния, железа, алюминия и разрушается только при почти полном их извлечении (Battalova, et al., 1998).

Авторы (Muksunova et al., 2013), исследуя влияние кислоты на обменную способность монтмориллонита, показал, что с увеличением времени воздействия кислоты (30 % H_2SO_4), обменная способность постепенно увеличивается. Авторами (Muksunova et al., 2013) также было высказано мнение о том, что замещение взаимосвязь обменной способности монтмориллонита связана с изоморфным размещением Al^{3+} из октаэдрического слоя в обменные позиции.

Вследствие разрушающего действия кислоты уменьшаются размеры решетки (Musabekov, et al., 2023). В этом случае увеличение кислотности образца объясняется увеличением активных центров на единицу массы глины. Кроме того, в результате кислотной активации увеличиваются площадь поверхности глин, объем крупных пор, резко меняется структура пор и характер поверхности. Этот факт приводит к значительному повышению сорбционных свойств бентонита.

Как видно из результата исследований (табл.4) применение бентонита, прошедшего кислотную активацию без предварительной термообработки, приводит к набуханию образца, что нежелательно при применении его в очистке сточных вод. В этом случае сорбционная способность бентонита может быть также занижена, т.к. в межпакетное пространство могут проникать не только обменные катионы, но также молекулы полярных органических и неорганических соединений имеющих в исследуемом объекте.

Состав обменных катионов и структурные характеристики естественного и кислотоактивированного образцов бентонита представлен в таблице 5.

При этом сорбционная емкость неактивированного бентонита составляет 0,75 мг-экв/г, термоактивированного - 0,92 мг-экв/г, кислотно активированного бентонита - 0,84 мг-экв/г, термо-кислотно активированного - 1,57 мг- экв/г.

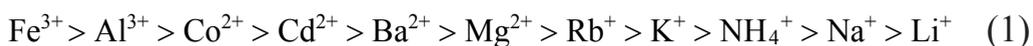
Таблица 5 - Состав обменных катионов и структурные характеристики естественного и кислотоактивированного образцов бентонита

Бентонит	Содержание обменных катионов, мг-экв/100 г					$S_{БЭТ}$ м ² /г	Объем пор, см ³ /г
	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	обменная кислотность			
				H ⁺	Al ³⁺		
Естественный	25,9	42,9	27,8	-	-	96,6	0,09
Активированный H ₂ SO ₄	0,50	2,18	7,21	0,67	53,82	64,38	0,36

Мирабишвили с сотрудниками (Merabishvili, 1962), изучая воздействие кислоты на бентонитовые глины, установили аналогичный процесс замещения катионов щелочных и щелочноземельных металлов на Al^{3+} и H^+ . Способность бентонитов к катионному обмену обусловлена, в основном, присутствием в них минерала монтмориллонита.

Разностороннее изучение явления поглощения почвой различных веществ дает стройную обобщающую теорию этого процесса. Та часть почвы, которая способна обменивать поглощенные катионы, носит название поглощающего комплекса (ПК), который состоит из высокодисперсной массы органического и минерального происхождения. Катионы этого поликомплекса, способны обмениваться на катионы почвенного раствора носят название поглощенных или обменных катионов. Катионы металлов называются обменными или поглощенными основаниями. Общую сумму поглощенных катионов, способных к обмену, Гедройц назвал емкостью поглощения почв и указал, что емкость поглощения представляет собой у каждой почвы постоянную величину.

Автор (Muzdybaeva, 2020), на основе большого экспериментального материала установил, что энергия поглощения катиона почвой прямо пропорциональна степени окисления и атомной массе катиона, то есть в ряду:



где, слева направо уменьшается энергия поглощения катиона почвой.

В указанном лиотропном ряду исключение составляют ионы NH_4^+ и H^+ . По величине атомной массы катион NH_4^+ должен располагаться между Li^+ и Na^+ ; величина энергии вытеснения NH_4^+ очень близка к таковой K^+ и поэтому NH_4^+ в вышеприведенном ряду занимает место между K^+ и Na^+ . Катион H^+ обладает наибольшей энергией поглощения почвой, вследствие этого он сильнее всех катионов должен удерживаться почвой и вытеснять из почвы поглощенные ею другие катионы. Установлено, что в кислой среде катионный обмен протекает в незначительной степени, вследствие сильной адсорбции самих ионов водорода глинами (Muzdybaeva, 2020).

Катионный обмен на глинах в щелочной среде идет активнее, чем в нейтральной, а в нейтральной сильнее, чем в кислой среде. При равных концентрациях катионов в растворе и рН раствора адсорбция катионов на глинах прямо пропорциональна их степени окисления. Установлено, что на эффект кислотного воздействия оказывает существенное влияние минеральный состав глины. В монтмориллонитах емкость катионного обмена является главным образом результатом замещений внутри решетки, а также в незначительной степени ($\pm 20\%$) результатом нарушения связей.

Сорбционная способность сорбента во многом зависит от величины обменной емкости. Определение обменной емкости (катионного обмена) является очень трудной задачей, и здесь нельзя требовать высокой степени точности.

Существующие методы определения обменной способности длительны,

трудоемки и недостаточно точны, так как не учитывают особенностей монтмориллонитовых глин, обусловленных их структурой. Это затрудняет получение объективных данных по емкости обмена и составу обменного комплекса, осложняя оценку связующих свойств глинистого сырья и выдачу рекомендаций по его применению

В работе (Shevchuk, 2003) был предложен новый метод определения общей емкости обмена.

В качестве десорбента применен катион трехвалентного железа, имеющий следующие достоинства:

- 1) высокая сорбционная способность его обеспечивает полноту замещения обменных катионов глин при низкой концентрации соли железа;
- 2) Fe^{3+} не входит в состав обменного комплекса глин и содержащихся в них водорастворимых солей;
- 3) быстро и с высокой точностью определяется аналитически;
- 4) высокая степень агрегации Fe-замещенной глины обуславливает получение в слабом растворе электролита хорошо фильтрующейся суспензии.

Измерения производят, главным образом, путем насыщения глины ионами NH_4^+ или Ba^{2+} при pH 7. Если в воде отсутствуют растворимые или слабо растворимые соли, такое определение для глинистого минерала, который сам по себе умеренно растворим, произвести легко. Присутствие Al^{3+} в кислых глинах или Fe^{3+} в железистых частично засоряет обменные позиции, что затрудняет определение (Shevchuk, 2003). Предложенный метод основан на замещении обменного комплекса катионами Fe^{3+} путем однократной обработки глины раствором хлорного железа.

Величина емкости обмена эквивалентна количеству вступивших в обмен ионов Fe^{3+} , которые определяют по разности их содержания в растворе до и после обмена фотоколориметрическим сульфосалициловым методом.

Определение обменной емкости возможно в глинах с любым составом водорастворимых солей, что является важным достоинством метода (Shevchuk, 2003).

В таблице 6 представлены результаты по извлечению ионов ТМ из СВ с бентонитовой глиной различной формы: естественной, термоактивной, термокислотоактивированной, а также их сравнительные данные как соотношение концентрации исходного, очищенных СВ к ПДК_{р-х}.

Как показывают результаты, применение термокислотоактивированного бентонита (термически активированного при температуре 200 °С – 4 часа с последующей обработкой 10 % H_2SO_4 в течение 4-часа) в очистке шахтной воды обеспечивает практически полное извлечение ионов ТМ Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} (99,6; 94,7; 98,9; 99,5 %, соответственно).

Таблица 6 – Извлечение ионов тяжелых металлов бентонитовой глиной в сравнении с предельно-допустимыми концентрациями этих ионов в воде для хозяйственной деятельности

Ионы тяжелых металлов	Концентрация ионов тяжелых металлов, мг/дм ³					
	в неочищенной воде, C_0	ПДК _{р-х}	C_0 / ПДК _{р-х}	Соотношение концентрации ТМ после очистки к ПДК _{р-х}		
				C_n / ПДК _{р-х}	C_t / ПДК _{р-х}	$C_{тк}$ / ПДК _{р-х}
Cu^{2+}	0,21	0,001	210	140	70	1,0
Pb^{2+}	0,11	0,10	1,1	0,9	0,3	0,1
Cd^{2+}	0,17	0,005	34	38,0	4,5	1,2
Zn^{2+}	12,3	0,01	1230	870	40,3	1,0

Примечание: C_n , C_t , $C_{тк}$ – концентрации ионов ТМ в СВ после очистки: нативной, термической и термокислотноактивированной бентонитовой глиной.

Следует отметить, что данные результаты получены при оптимальных условиях, которые были установлены в ходе проведения активного эксперимента.

Сравнительная оценка приведенных соотношении C_n /ПДК_{р-х}, C_t /ПДК_{р-х}, $C_{тк}$ /ПДК_{р-х} по отношению к ионам ТМ (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) при использовании бентонитовой глины в различных формах: нативной (естественной), термической, прошедшей термо-кислотную активацию показывает, что наилучшим сорбентом по отношению к исследуемым ионам является термо-кислотноактивированный бентонит, что не противоречит полученным данным представленных в таблице 4.

Таким образом, использование термо-кислотноактивированной бентонитовой глины в качестве сорбентов обеспечивает требуемый уровень очистки СВ от ионов ТМ. В таблице 7 представлены метрологические характеристики результатов исследований.

Таблица 7 - Метрологическая оценка (среднеквадратичное отклонение сходимости, воспроизводимости и точности) результатов исследований.

Ионы тяжелых металлов	$S_{сх} \cdot 10^4$	$S_{воспр.} \cdot 10^4$	$S_{прав.} \cdot 10^4$
Cu^{2+}	1,79	2,93	1,23
Cd^{2+}	1,94	2,97	2,50
Pb^{2+}	2,71	5,32	1,82
Zn^{2+}	15,8	25,4	23,4

Как видно из таблицы 7, метрологические характеристики, рассчитанные на основе полученных результатов исследований (значение среднеквадратичных отклонений сходимости, воспроизводимости, контроль правильности/точности результатов) показывают, что систематические погрешности по всем исследуемым ионам металлов (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) статистически незначимы.

Выводы

По результатам проведенных экспериментальных исследований:

- получены данные по адсорбции ионов тяжелых металлов из сточных вод

крупного промышленного горно-металлургического предприятия ТОО «Казцинк» (Казахстан, г.Усть-Каменогорск) бентонитовой глиной 14 горизонта Таганского месторождения Восточно-Казахстанской области в трех различных модификациях: естественной, кислотоактивированной и термо-кислотоактивированной;

- изучены соотношения концентрации исходных сточных вод к очищенным сточным водам в сравнении с данными по ПДК_{п-х}, также проведена сравнительная оценка по очистке СВ от ионов ТМ (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) бентонита в трех формах: естественной (исходной), прошедшей кислотную и термо-кислотную активацию.

Доказано, что наилучшим сорбентом по отношению к исследуемым ионам является термо-кислотоактивированная форма бентонитовой глины.

- на основе ряда проведенных экспериментов установлено, что в оптимальных условиях термо-кислотоактивированная бентонитовая глина позволяет удалить из сточной воды ионы Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} на 99.6, 94.7, 98.9 и 99.5 %, соответственно, обеспечивающее достижение норм ПДК_{п-х} для вод, используемых в хозяйственно-бытовых целях.

REFERENCES

Bourliva A., Michailidis K, Sikalidis C, Filippidis A, Betsiou M (2015) Adsorption of Cd(II), Cu(II), Ni(II) and Pb(II) onto natural bentonite: study in mono- and multi- metal systems. *Environ Earth Sci* 73:5435–5444. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3798-0>

Burakov A.E., Galunin EV, Burakova IV, Kucherova AE, Agarwal S, Tkachev AG, Gupta VK (2018) Adsorption of heavy metals on conventional and nanostructured materials for wastewater treatment purposes: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 148:702–712. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv>.

Battalova Sh.B., Nurgaliev E.A., Ospanova M.K. Modification of acid-activated forms of bentonite with diamines // *Izv. Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Chemical series* - 1998. - No. 5. - P. 82-85.

Eirish M.V., Dvorchenskaya N.V., Pshenichnaya N.F. Influence of the composition of cations on the formation of high-temperature phases in montmorillonite clays // *Mater. Symposium on the Research and Use of Clays and Clay Minerals*. - Alma - Ata, 1970. - P. 46-51.

Komarov V.S., Ermolenko N.F., Varlamov V.I. Preparation of a highly active mechanically strong clay-hydroxide adsorbent by acid activation of clays // *Dokl. Academy of Sciences of the USSR*. - 1961. - T. 139, No. 3. - P. 665-668.

Kukovsky E.G. Structures of bentonite clays // In collection. "Bentonite clays of Czechoslovakia and Ukraine." - Kyiv, 1966. - 35 p.

Merabishvili M.S. Bentonite clays. – M., 1962. - 128 p.

Muzdybaeva Sh.A., Tursbekova G.Zh., Zhamanbaeva M.K., Iriskina L.B., Bukunova A.Sh. Study of nanostructured minerals - bentonites, used in the purification of mine water from heavy metal ions (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) // *Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan*. 2020. No. 4 (78). -WITH. 114-122.

K.B. Musabekov, O.V. Rozhkova, D.M-K. Artykova (Ibraimova), M.T. Yermekov, Sh.A. Muzdybaeva5 (2023), Application of bentonite clay as a protective barrier in the disposal of radioactive waste of nuclear industry of Kazakhstan. *News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan Series Chemistry and Technology* https, number 454, 66-77, <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.148>

Muksunova Yu.A. Development of a modern sorbent for treating wastewater from radioactive contamination high technologies in modern science and technology / *Collection of scientific papers of the II All-Russian Scientific and Technical Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students with International Participation "High Technologies in Modern Science and Technology"* VTSNT - 2013. - P.97-101

O.V. Rozhkova, F.Zh. Aldyngurova, M.T. Yermekov, V.I. Rozhkov, Sh. A. Muzdybaeva (2023) Some problems design solutions of sewage treatment plants in Astana, Toraighyrov University Publishing House, Science and Technology of Kazakhstan No. 2, pp. 42-53.

Romanenko E.G. Research and determination of the exchange capacity of montmorillonite clays to assess their binding properties: Author's abstract. dis. Ph.D. chemical nauk.- M., 1979. – 18 p.

S., Singh K. Adsorption. Specific surface area. Porosity. - M., 1984. – 314 p.

Shevchuk Yu.A., Nazarov V.V., Panasyugin A.S., Kitikova N.V., Bondareva G.V., Ratko A.I. Adsorption-structural properties of montmorillonite fixed with hydrocomplexes of iron and rare earth metals // Colloid. magazine – 2003. – T. 65, No. 4. – P. 520-523.

Shevchuk Yu.A., Nazarov V.V., Panasyugin A.S., Kitikova N.V., Bondareva G.V., Ratko A.I. Adsorption-structural properties of montmorillonite fixed with hydrocomplexes of iron and rare earth metals // Colloid. magazine – 2003. – T. 65, No. 4. – P. 520-523.

МАЗМҰНЫ

А.Б. Абдрахманова, А.Н. Сабитова, Н.М. Омарова ЛИТИЙ-ИОНДЫ АККУМУЛЯТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТРОЛИТТИК ЖҮЙЕЛЕРГЕ ШОЛУ.....	7
С. Айт, Ж.Ж. Тілепберген, У. Сұлтанбек, М. Жұрынов, А.Ф. Мифтахова α -САНТОНИННЫҢ Pt ЭЛЕКТРОДЫНДА ЭТАНОЛ ЖӘНЕ АЦЕТОНИТРИЛДІ ОРТАДА ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ТОТЫҒУЫН ЗЕРТТЕУ.....	22
Р.С. Алибеков, Г.Э. Орымбетова, М.К. Касымова, Э.М. Орымбетов, Ж.А. Абиш УЫТ ҚОСЫЛҒАН ҚАЙНАТЫЛҒАН ШҰЖЫҚТЫ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ҚАУІПТІ ФАКТОРЛАРДЫ ТАЛДАУ.....	37
М.Д. Даулетова, А.К. Үмбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И. Чаудхари, Н.Г. Гемеджиева <i>ATRAPHAXIS VIRGATA, ATRAPHAXIS PYRIFOLIA</i> ТЕКТЕС ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНІҢ МИНЕРАЛДЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН ШЫНАЙЫЛЫҒЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ.....	50
С.Д. Дузелбаева, Б.А. Касенова, З.С. Ахатова, С.Р. Конуспаев ЖҮН МАЙЫНЫҢ ҚҰРАМЫНА КІРЕТІН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ.....	61
М. Жылқыбек, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, М.К. Еркибаева, Г.Г. Ксандопуло МЕТАННЫҢ ТЕРЕҢ ТОТЫҒУЫНДАҒЫ ОКСИДТІ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ БЕЛСЕНДІ КОМПОНЕНТІНІҢ ФАЗАСЫН ТҰРАҚТАНДЫРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	71
Е. Ихсанов, Ю. Шевелева, Ю. Литвиненко <i>DATURASTRA MONIUM</i> -НЫҢ КЕЙБІР ҚОСЫЛЫСТАРЫН ЖӘНЕ БАКТЕРИЦИДТІК БЕКЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	84
Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, М.М. Абдибаева РЕГЕНЕРАТТЫҢ РЕЗИНА ҚОСПАЛАРЫ МЕН ОЛАРДЫҢ ВУЛКАНИЗАТТАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	96
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, А.Ж. Иманбаев, Г.Э. Орымбетова, М. Алтаева ВЕТЧИНА ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА ЖИДЕНІ ҚОЛДАНУ.....	105
А.К. Койжанова, А.Н. Бакраева, М.Б. Ерденева, Д.Р. Магомедов ҚАЗАҚСТАННЫҢ БАЛАНСТАН ТЫС МЫС КЕН ОРЫНДАРЫН ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	117
О.В. Рожкова, Муздыбаева Ш.А., К.Б. Мұсабеков, Д.М-К. Ибраимова, В.И. Рожков, М.Т. Ермеков ТАБИҒИ НАНОҚҰРЫЛЫМДЫҚ БЕЛСЕНДІ МИНЕРАЛДАР-БЕНТОНИТТИ ЗЕРТТЕУ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗARTU ҮШІН.....	138
Э.Т. Талғатов, Ф.У. Бухарбаева, А.М. Кенжеева, Г.Ф. Әбдігапбарова, Т.А. Аубакиров ФЕНИЛАЦЕТИЛЕНДІ ГИДРЛЕУДЕГІ ТИТАН ДИОКСИДІ МЕН МАГНИТТИК ТЕМІР ОКСИДІНЕ ОТЫРҒЫЗЫЛҒАН ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ: ТАСЫМАЛДАУШЫНЫҢ ФОТОКАТАЛИТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӘСЕРІ.....	157
А.С. Тукибаева, А. Баешов, Р.Абжалов, Д. Асылбекова, А. Есентаева ҚЫШҚЫЛ ОРТАДА ФОСФИННІҢ АНОДТЫ ТОТЫҒУ ПРОЦЕСІНЕ МЫС (II) ИОНДАРЫНЫҢ РӨЛІ.....	175
С. Тұрғанбай, С.Б. Айдарова, К.Б. Мусабеков, А.Б. Исаева, Д.А. Аргимбаев ИОНДЫҚ ЖӘНЕ ИОНСЫЗ БЕТТІК АКТИВТІ ЗАТТАРДЫҢ КҮКІРТ БЕТІНЕ ЖҰҒУ ӘСЕРІ.....	187
А.А. Шарипова, А.Б. Исаева, Я. Катона, А.А. Бабаев, Г.М. Мадыбекова, Р. Сарсембекова ЗЕИН/КАНИФОЛЬДІҢ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ КОЛЛОИДТЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ pH ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	199

СОДЕРЖАНИЕ

А.Б. Абдрахманова, А.Н. Сабитова, Н.М. Омарова ОБЗОР НА ЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.....	7
С. Айт, Ж.Ж. Тилеберген, У. Султанбек, М. Журинов, А.Ф. Мифтахова ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ α -САНТОНИНА НА Pt-ЭЛЕКТРОДЕ В СРЕДЕ ЭТАНОЛА И АЦЕТОНИТРИЛА.....	22
Р.С. Алибеков, Г.Э. Орымбетова, М.К. Касымова, Э.М. Орымбетов, Ж.А. Абиш АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕНОЙ КОЛБАСЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ СОЛОДА.....	37
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И Чаудхари, Н.Г. Гемеджиева СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТИ РАСТЕНИЙ РОДА <i>ATRAPHAXIS VIRGATA</i> , <i>ATRAPHAXIS PYRIFOLIA</i>	50
С.Д. Дузелбаева, Б.А. Касенова, З.С. Ахатова, С.Р. Конуспаев АНАЛИЗ ЖИРНЫХ КИСЛОТ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ШЕРСТНОГО ЖИРА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	61
М. Жылкыбек, Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, М.К. Еркибаева, Г.Г. Ксандопуло ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ФАЗЫ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА ОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ГЛУБОКОМ ОКИСЛЕНИИ МЕТАНА.....	71
Е. Ихсанов, Ю. Шевелева, Ю. Литвиненко ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ И БАКТЕРИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ <i>DATURASTRA MONIUM</i>	84
Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, В.И. Трусов, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, М.М. Абдибаева ВЛИЯНИЕ РЕГЕНЕРАТА НА СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И ИХ ВУЛКАНИЗАТОВ.....	96
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, А.Ж. Иманбаев, Г.Э. Орымбетова, М. Алтаева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЖИДА В ТЕХНОЛОГИИ ВЕТЧИНЫ.....	105
А.К. Койжанова, А.Н. Бакраева, М.Б. Ерденова, Д.Р. Магомедов ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБАЛАНСОВЫХ МЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА.....	117
О.В. Рожкова, Ш.А. Муздыбаева, К.Б. Мусабеков, Д.М-К. Ибраимова, В.И. Рожков, М.Т. Ермеков ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МИНЕРАЛОВ- БЕНТОНИТА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	138
Э.Т. Талгатов, Ф.У. Бухарбаева, А.М. Кенжеева, Г.Ф. Әбдігапбарова, Т.А. Аубакиров ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ, НАНЕСЕННЫЕ НА ДИОКСИД ТИТАНА И МАГНИТНЫЙ ОКСИД ЖЕЛЕЗА, В ГИДРИРОВАНИИ ФЕНИЛАЦЕТИЛЕНА: ВЛИЯНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОСИТЕЛЯ.....	157
А. Тукибаева, А. Башов, Р. Абжалов, Д. Асылбекова, А. Есентаева РОЛЬ ИОНОВ МЕДИ (II) В ПРОЦЕССЕ АНОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ ФОСФИНА В КИСЛОЙ СРЕДЕ.....	175
С. Турганбай, С.Б. Айдарова, К.Б. Мусабеков, А.Б. Исаева, Д.А. Аргимбаев ВЛИЯНИЕ ИОННЫХ И НЕИОННЫХ ПАВ НА СМАЧИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СЕРЫ.....	187
А.А. Шарипова, А.Б. Исаева, Я. Катона, А.А. Бабаев, Г.М. Мадыбекова, Р. Сарсембекова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ PH НА КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ ЗЕИН/КАНИФОЛЬ.....	199

CONTENTS

A.B. Abdrakhmanova, A.N. Sabitova, N.M. Omarova A REVIEW ON ELECTROLYTIC SYSTEMS FOR LITHIUM-ION BATTERIES.....	7
S. Ait, Zh.Zh. Tilebergen, U. Sultanbek, M. Zhurinov, A.F. Miftakhova STUDY OF THE ELECTROCHEMICAL OXIDATION OF α -SANTONINE ON A Pt-ELECTRODE IN ETHANOL AND ACETONITRILE MEDIUM.....	22
R.S. Alibekov, G.E. Orymbetova, M.K. Kassymova, E.M. Orymbetov, Zh.A. Abish ANALYSIS OF HAZARDOUS FACTORS IN THE PRODUCTION OF BOILED SAUSAGE WITH ADDED MALT.....	37
M.D. Dauletova, A.K. Umbetova, G.Sh. Burasheva, M.I. Chaudhari, N.Zh. Gemedieva COMPARATIVE STUDY OF MINERAL COMPOSITION AND GOOD QUALITY OF PLANTS OF THE GENUS <i>ATRAPHAXIS VIRGATA</i> , <i>ATRAPHAXIS PYRIFOLIA</i>	50
S. Duzelbayeva, B. Kassenova, Z. Akhatova, S. Konuspayev ANALYSIS OF FATTY ACIDS INCLUDED IN WOOL FAT AND THEIR DISCUSSION.....	61
M. Zhylykybek, T.S. Baizhumanova, S.A. Tungatarova, M.K. Erkibaeva, G.G.Xanthopoulou REGULARITIES OF STABILIZATION OF THE ACTIVE COMPONENT OF OXIDE CATALYSTS IN DEEP OXIDATION OF METHANE.....	71
Y. Ikhsanov, A.S. Shevchenko, Yu. Litvinenko STUDY OF SOME COMPOUNDS AND BACTERICIDAL ACTIVITY OF <i>DATURA STRA</i> <i>MONIUM</i>	84
G.N. Kalmatayeva, G.F. Sagitova, V.I. Trusov, S.A. Sakibayeva, D.D. Asylbekova, M.M. Abdibayeva THE EFFECT OF REGENERATE ON THE PROPERTIES OF RUBBER COMPOUNDS AND THEIR VULCANIZATES.....	96
M.K. Kassymova, R.S. Alibekov, A.Zh. Imanbayev, G. Orymbetova, M. Altayeva USE OF JIDA IN HAM TECHNOLOGY.....	105
A. Koizhanova, A. Bakrayeva, M. Yerdenova, D. Magomedov INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY OF HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF OFF-BALANCE COPPER DEPOSITS IN KAZAKHSTAN.....	117
O.V. Rozhkova, Sh.A. Muzdybayeva, K.B. Musabekov, D.M-K. Ibraimova, V.I. Rozhkov, M.T. Yermekov RESEARCH OF ACTIVATE NATURAL NANOSTRUCTURAL MINERALS-BENTONITE USED FOR WASTEWATER TREATMENT.....	138
E.T. Talgatov, F.U. Bukharbayeva, A.M. Kenzheyeva, G.G. Abdigapbarova, T.A. Aubakirov PALLADIUM CATALYSTS DEPOSITED ON TITANIUM DIOXIDE AND MAGNETIC IRON OXIDE IN THE HYDROGENATION OF PHENYLACETYLENE: INFLUENCE OF PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF THE SUPPORT.....	157
A. Tukibayeva, A. Bayeshov, R. Abzhalov, D.D. Asylbekova, A. Yessentayeva THE ROLE OF COPPER (II) IONS IN THE PROCESS OF ANODIC OXIDATION OF PHOSPHINE IN AN ACIDIC MEDIUM.....	175
S. Turganbay, S.B. Aidarova, K.B. Musabekov, A.B. Issayeva, D. Argimbayev EFFECT OF IONIC AND NONIONIC SURFACTANTS ON WETTING OF SULFUR SURFACE.....	187
A.A. Sharipova, A.B. Issayeva, J. Katona, A.A. Babayev, G.M. Madybekova, R. Sarsembekova INVESTIGATION OF THE PH EFFECT ON THE COLLOIDAL-CHEMICAL PROPERTIES OF COMPOSITE ZEIN/ROSIN NANOPARTICLES.....	199

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

Подписано в печать 30.09.2023.

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

11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.