

during the spring, summer and autumn periods of use. The distinctive features of a hydraulic ram pumping unit are the lifting of water using energy-saving and environmentally friendly water lifting technology by using the kinetic energy of the water flow in watercourses (geometric and high-speed heads) to drive and create hydraulic shock pressure in the supply pipeline from the periodic closing and opening of the hydraulic shock valve installed in it, as a result of which the supply and pressure in the pumping unit are created.

Key words: Technological parameter, technical parameter, standard size, water rise, hydraulic ram pumping unit, watercourse.

FTAMP 61.01.94

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/33>

*М.А. Джетимов¹, Л.К. Ыбраймжанова¹, Э.А. Камбарова², А.К. Игембаева³,
К.Т. Абаева*³, Н.Д. Тажетдинов⁴*

¹*І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қаласы, Қазақстан Республикасы, make_d_61@mail.ru, ybraymzhanova@mail.ru*

²*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы, ilmira080884@mail.ru*

³*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, muslima@mail.ru, abaeva1961@mail.ru**

⁴*Қарақалпақстан ауыл хожалығы агротехнологиялар институты, Нөкіс қаласы, Қарақалпақстан Республикасы, ntajetdinov414@gmail.com*

МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ТАБИҒИ СОРБЕНТТЕРМЕН АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАЛАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада Жетісу (Жоңғар) Алатауының аласа таулы алқаптарында түзілетін цеолит, бентонит сазы және диатомит негізіндегі табиғи минералды сорбенттерді ауыз су мен өндірістің ағынды ақаба суларын нитраттар, ауыр металл иондары және сульфаттардан, бикарбонаттардан, тазарту және кондициялау үшін пайдаланудың тиімділігін зерттеу нәтижелері берілген.

Табиғи сорбенттердің физика-химиялық, минералдық құрамы және алынған құрамдастырылған сорбенттердің адсорбциялық тиімділігі зерттелді. Сорбенттің құрамына және күйдіру температурасы мен құрамдастыру әдістерінің сорбциялық белсенділігін арттыруға тигізетін әсері зерделенді.

Жүргізілген зерттеудің ғылыми-тәжірибелік құндылығы-өндірістің ағынды ақаба суларын тазарту үшін құрамдастырылған сорбентті алу, судың құрамындағы химиялық және микробиологиялық ластаушы заттарды бір мезгілде сорбциялау, суды дезинфекциялауға және жұмсартуға ықпал ету, тазартылған судың кальций, магний тұздарымен және микроэлементтермен қанығу дәрежесін арттыру үшін күрделі жабдықты қажет етпейтінділігі қарастырылған.

Зерттеудің техникалық нәтижесі химиялық және микробиологиялық ластаушы заттарды сорбциялау қабілеті бар құрамдастырылған табиғи адсорбенттердің кешенін құрудан, суды залалсыздандырудан және жұмсартудан, оны кальций, магний, натрий, калий иондарымен, сонымен қатар микроэлементтермен байытудан тұрады.

Суды ластаушы заттардан тазарту үрдісінде қолдану бойынша жүргізілген эксперименттік зерттеулер барысында алынған нәтижелер минералдық құрамы, микроқұрылымы, сорбциялық қабілетімен және катализаторлық белсенділігінің болуымен

ерекшеленетіні қарастырылған, табиғи минералды сорбенттердің тиімділігінде айтарлықтай айырмашылықтарды анықтадық.

Кілт сөздер: *цеолит, бентонит, диатомит, сорбенттер, адсорбция, ауыр металдар.*

Кіріспе

Қазіргі кезеңде өндірістің ластанған ағынды суларын тазарту мәселесі Қазақстан Республикасын қоса алғанда, дүниежүзінің барлық елдері үшін өзекті. Табиғи сулардың негізгі ластанушыларының бірі-қара және түсті металлургиядан, тау-кен және химия өнеркәсіптерінен ағынды суларға түсетін ауыр металл иондары [1-4].

Ауыз су мен өндірістің ластанған ағынды суларын тазартудың көптеген әдістері белгілі, бірақ олардың ішінде табиғиминералды сорбенттерді қолдану арқылы адсорбциялау әдістері қарапайым және тиімді. Бұл әдістердің артықшылығы-құрамында әртүрлі химиялық заттар бар ағынды суларды тазартудың жоғары тиімділігі. Әдебиеттерде дисперсті қоспаларды, ауыр металл иондарын, мұнай мен мұнай өнімдерін, жер асты және жер үсті суларының радиоактивті ластануын тазарту үшін табиғи-минералды сорбенттерді қолданудың тиімділігі туралы көбірек жазылады [1; 2].

Сорбенттер ретінде белсенділігі арттырылған көмір, күл, ағаш үгінділері, минералды сорбенттер - саз және басқалары қолданылады. Бастапқы зерттеулер табиғи саз минералдарының негізгі кемшілігі олардың сорбциялық қабілетінің төмендігі екенін көрсетті. Сонымен қатар, жоғарыда аталған сорбенттер бір реттік немесе жою қиын, олардың кейбіреулері улы [3; 4, 5].

Көпшілігі химиялық ластанушы заттарды сіңіретін табиғи-минералды сорбенттер болып табылады. Табиғи цеолиттер, суды сіңіру қасиетіне ие, сонымен қатар 15-17 есе ісінеді және бұл қасиет табиғи материал ретінде, сулы ерітінділерден түсті және ауыр металл иондарын тағыда басқа химиялық ластанушы заттардан тазарту үшін кеңінен қолданылады [6; 7].

Загреб университетінің ғалымдары Кармен Маргета, Наташа Забуковец Логар, Марио Шилег және Анамария Фаркаштың көп жылдық зерттеулерінің нәтижесінің бірі болып ағынды суларды тазарту үшін табиғи цеолиттерді қолдану ең перспективалы іс екендігі дәлелденген [8].

Көптеген авторлар ағынды сулардың құрамына жән-жақты зерттеу жұмыстарын жүргізген [9, 10]. Негізінен ағынды суларда Zn, Cr, Pb, Cd, Cu, Mn, Fe т.б. ауыр металдардың болуы және олардың табиғи жолмен жойылуы маңызды экологиялық мәеле болып табылады [7, 11].

Цеолиттерді табиғи-минералдық сорбент ретінде қолдану үшін аудандық, ион алмасу, адсорбциялық, мембраналық сүзу, коагуляциялық флокуляция, флотация және электрохимиялық әдістерді қамтитын химиялық технологиялармен кеңінен эксперимент жасалды [8].

Біздің табиғи цеолиттерді адсорбенттер ретінде ауы су мен өндірістің ластанған ағынды суларын тазарту мақстында қолдаудың тиімділігін бағалауды көздейтін зерттеулеріміз олардың қасиеттері мен модификацияларын қолдану мүмкіндіктерін растады.

Кен орындары Қазақстан Республикасының аумағында орналасқан табиғи-минералды сорбенттерді пайдаланудың болашағы зор екенін көрсеті. Құрамдастырылған табиғи-минералды сорбентте адсорбция сыйымдылығының тиімділігі 70-80% жетеді, бұл олардың химиялық құрамына, адсорбция сыйымдылығының көлеміне, сонымен қатар, қол жетімділігіне, сондай-ақ оның ортада болуына негіз болатын химиялық формасына байланысты [7; 8].

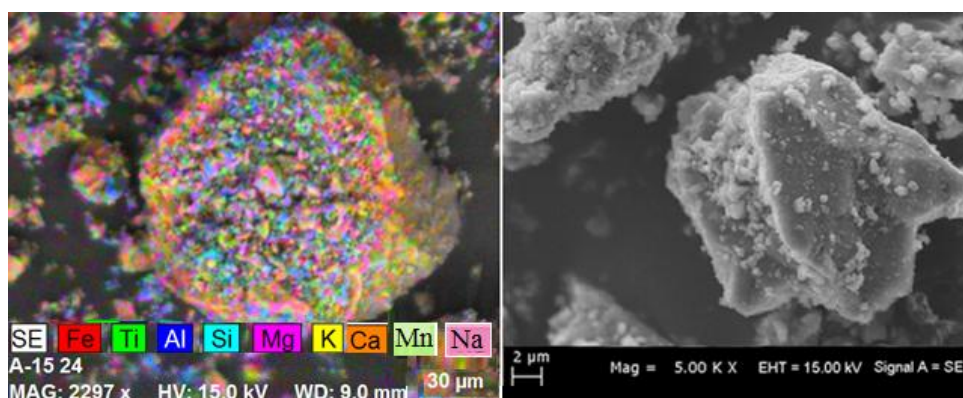
Сондықтан өнеркәсіп және коммуналдық шаруашылық кәсіпорындарының ластанған ағынды суларын тазарту үшін перспективалы табиғи-минералды сорбент Қазақстан Республикасындағы сарқынды Жетісу (Жоңғар) Алатауының батыс сілемі Майтөбе кен орнының цеолиті және Лабасы кен орнының бентонитті-монтмориллонитті сазы болып табылады [11].

Жұмыстың мақсаты- күрделі технологияны қолдануды қажет етпейтін бентонит, цеолит және диатомит негізіндегі құрамдастырылған табиғи-минералды сорбенттерді алу, олардың физика-химиялық және сорбциялық қасиеттерін зерттеу, ауыз су мен өндірістің ағынды суларының құрамындағы химиялық және микробиологиялық ластаушы заттарды бір мезгілде сорбциялап тазарту, зарарсыздандыру және жұмсарту мүмкіндіктерін бағалу.

Зерттеу шарттары мен әдістері

Зерттеу барысында сандық химиялық және рентгендік фазалық талдау әдістерін қолданып, Қазақстан Республикасының Жетісу облсы аумағында орналасқан Майтөбі кен орнының цеолитінің және Лабасы туының етегіндегі бентонит-монтмориллонит сазының химиялық құрамы зерттелді.

Рентгенофазалық және сандық-химиялық талдауларға сәйкес цеолиттер температура мен ылғалдылыққа байланысты суды беру және қайта сіңіру қабілетімен танымал шыны немесе меруерт жылтырлығы бар қаңқалы силикаттардың ішінде кальций мен натрийдің сулы алюмосиликаттарына жатады (1-сурет).



Сурет 1. «EVO 50 XVP» (Carl Zeiss) сканері ілмектік электрондар микрокөбігі «INCA Energy-350» (Oxford Instruments) зонд микроталдау жұмысымен Майтөбе кен орнының цеолитемен рентгендік фазалар талдау нәтижелері

2 микронға дейін үлкейтетін электронды микроскоптың көмегімен зерттеу цеолиттік жақтаудың құрылымында бос орындарды көрсетті. Бұл қуыстарды үлкен иондар мен H_2O молекулалары алып жатыр, бұл ион алмасуға және қайтымды дегидратацияға әкеледі (1-сурет).

Цеолиттің кристалдық торы тетрадрлерден түзілген, олардың орталықтарында кремний мен алюминий атомдары, ал төбелерінде оттегі атомдары орналасқан. Оттегі атомдарының жалпы теріс заряды кремний мен алюминий атомдарының жалпы оң зарядымен өтелмейді, сондықтан кристалдық тор артық теріс зарядты алып жүреді [12].

Цеолиттердің ішкі қуыстарында бір-бірін алмастыра алатын көптеген катиондар, негізінен сілтілі және сілтілі жер металдары болады. (Сурет 2).

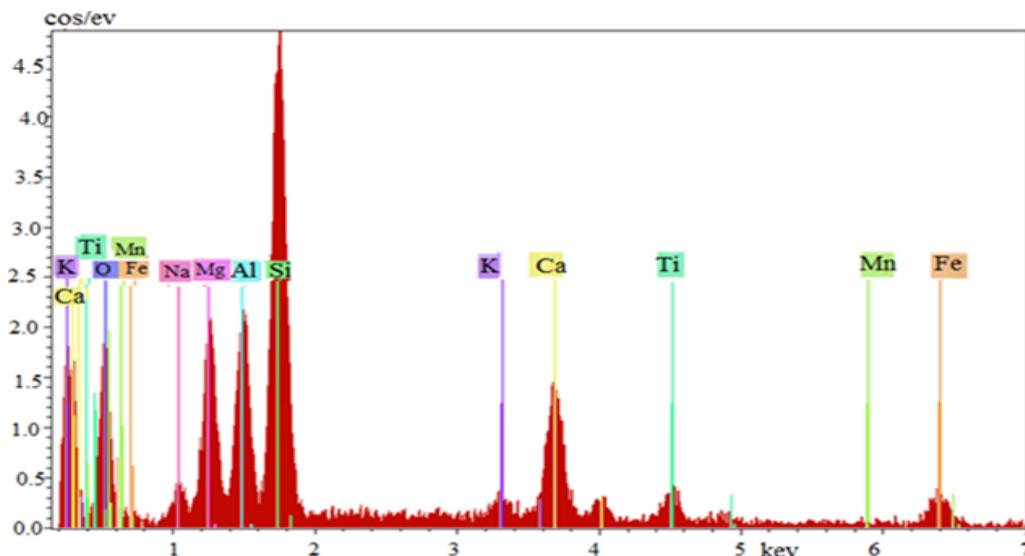
Химиялық формуласы: цеолит-клиноптилолит, идеалдандырылған формуламен сипатталған (K, Na) $4CaAl_6Si_3O_{72} \cdot 24H_2O$ – кристалды сулы алюмосиликат [13,18].

Цеолиттің химиялық құрамы: Al_2O_3 - 12,9-13,2%; K_2O - 4,0-4,8%; CaO - 1,8-2,4%; V- 0,001%; Cu-0,001%; Rb- 0,001%; SiO_2 - 66,2-78,3%; Na_2O - 1,8-2,2%; Fe_2O_3 - 0,8-1,2%; Mn- 0,001%; Be-0,001%; As-0,03% (1 және 2 суреттер) [14; 18].

Цеолиттердің маңызды ерекшелігі олардың құрылымында цеолиттің жалпы көлемінің 50%-ын құрай алатын қуыстар мен арналар жүйесінің болуы, оның сорбент ретіндегі мәнін анықтайды [15].

Арналардан оттегі атомдарының сақиналарынан түзілген цеолит қуысына кіретін саңылаулар арналардың бөгеттері болып табылады. Бұл көрсеткіштер табиғи муреалды сорбенттің адсорбциялық қасиеттерін анықтайды.

Құрамдастырылған табиғи-минералды сорбенттің екінші құрамдас бөлігі Лбасы кен орнындағы бентонит-монтмориллонит болып табылады. Бентонит – 70% жоғары дисперсті қабатты монтмориллонит алюмосиликаты бар саз [16].



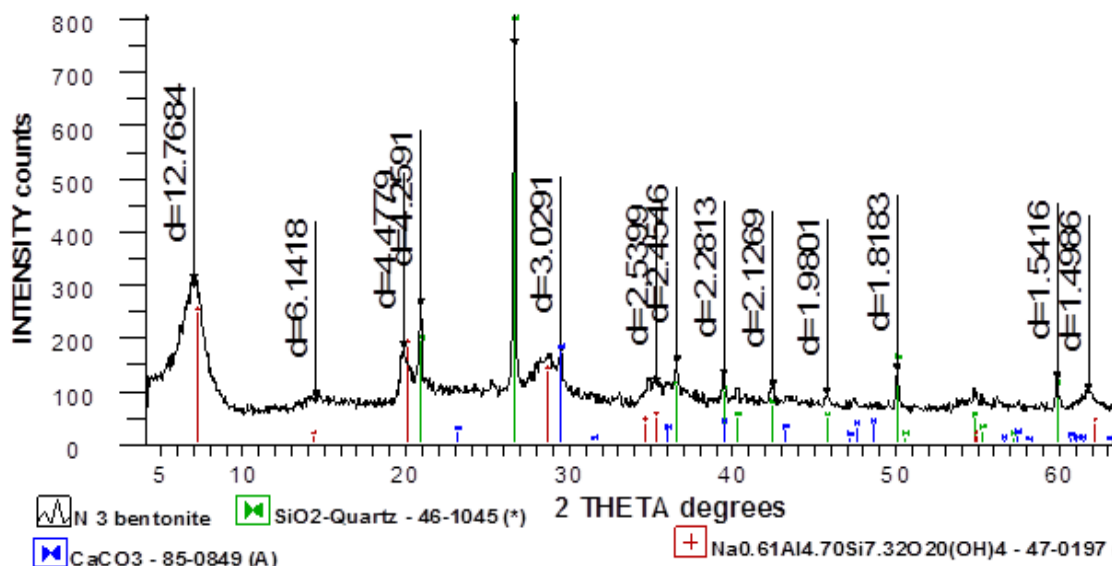
Сурет 2. INCA Energy - 350» (Oxford Instruments) зонды микроанализ жүйесі бар «EVO 50 XVP» (Карл Цейс) сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен цеолиттің элементтік талдауының диаграммасы

Бентонит саздары судағы ауыр металдардан тазартады, түсін өзгертеді, бейорганикалық қоспаларды, улы хлорорганикалық қосылыстар мен әртүрлі беттік белсенді заттарды сіңіреді. Бентонит-монтмориллониттің химиялық құрамы: Al_2O_3 -25,32%; SiO_2 -53,42%; Ca-4,4%; Fe_2O_3 -14,57%; Mn-0,896%; Ti-0,28%; Cl- 0,75%; Sr-0,36% [17].

Минералда артық теріс заряд бар, сондықтан ол монтмориллониттің қабат аралық кеңістігіндегі катиондардың алмасуын өтейді, бұл зерттелетін бентониттің жоғары гидрофильділігін көрсетеді. Бентонит-монтмориллонит сазын сулы ерітіндіге батырған кезде су монтмориллониттің аралық кеңістігіне еніп, соңғысының ылғалдануын тудырады, нәтижесінде ісіну пайда болады.

Лабасы кен орнының бентонит-монтмориллониттің сілтілік ортасы, сонымен қатар, натрий бентониттеріне жататын Na^+ катион алмасуы бар.

Бентонит-монтмориллониттің сапалы минералогиялық құрамын зерттеу нәтижесінде монтмориллониттің табиғи бентониттің негізгі минералы екендігі дәлелденді. Минералда артық теріс заряд бар, сондықтан ол катиондардың алмасуын өтейді бентонит дифрактограммасында 2θ шыңының бұрышының мәні 6,06-ға; 19,78; 26,57; 35,18 және 61,98 тең екені көрсетілген (3-сурет).

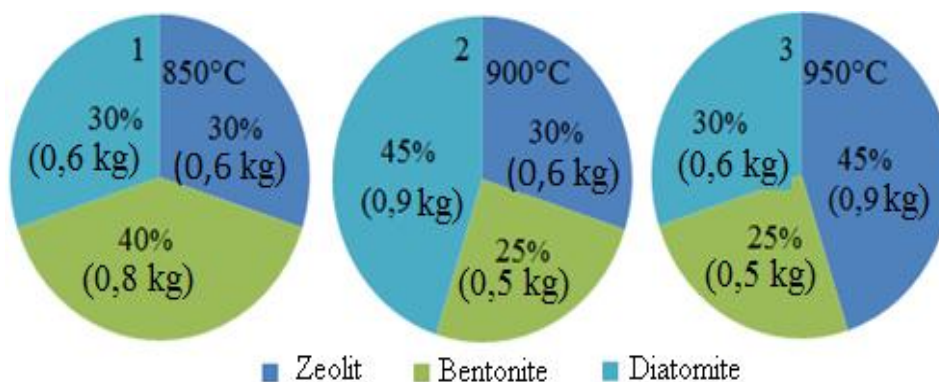


Сурет 3. Жетісу облысы аумағындағы Лабасы кен орнының бентонит сазының үлгісінің рентгенограммасы

Монтмориллониттегі рентгендік дифракциялық модельдерде 6,06-ға тең 2θ бұрыштық диапазонында, сондай-ақ $2 = 19,78^\circ$ және $2\theta = 26,57^\circ$ кристалит минералында, плагиоклазда, гидромикада шағылысулар орнатылды. Бентонит құрылымы интерстициальды кеңістіктерден түзілген, мұнда қабаттар арасындағы қашықтық $12,77 \text{ \AA}$ [18].

Зерттеу нәтижелері

2020-2023 жылдары бентонит, цеолит және диатомиттен тұратын үлес салмағы әр түрлі және әртүрлі температурада күйдіріліп белсенділіктері арттырылған табиғи-сорбенттерден қрамдастырылған сүзгі жасалды (4-сурет).



Сурет 4. 850°C, 900°C, 950°C температурада күйдірілген бентонит, цеолит және диатомит негізіндегі құрамдастырылған табиғи сорбенттер

Құрамдастырылған табиғи-минералды сорбенттің тиімділігін тексеру үшін әртүрлі пайыздарды алып, агламерат алдық: 1. Бентонит 40%, цеолит 30%, диатомит 30%; 2. Бентонит 25%, цеолит 30%, диатомит 45%; 3. Бентонит 25%, цеолит 45%, диатомит 30%. Кейіннен алынған массадан диаметрі 14-16 мм және қалыңдығы 15 мм капсулалар жасалды. Оның белсенділігін арттыру $15\% \text{ H}_2\text{SO}_4$ қышқылымен көмегімен жүзеге асырылды. Құрғақ үлгінің ылғалдылығы 50% мөлшерінде алынып, оны өңдеу ұзақтығы 4 сағат болды.

Муфельді пеште үлес салмағы әрбір үлгі 850°C , 900°C , 950°C күйдірілді. Сорбенттің кеуектілігі келесі әдіспен анықталды. Сынақ үлгілері алдымен өлшенеді, содан кейін дистилденген суда 1,5-2,0 сағат қайнатады, содан кейін екінші рет өлшенеді. Бентонит, цеолит, диатомиттен тұратын құрамдастырылған сорбент үлгілерінің суды сіңіру қабілеті 1-кесте

бойынша есептелді, мұндағы: m_0 – суда ілінген зерттелетін үлгілердің массасы, г; m_1 — дымқыл үлгілердің массасы, г; m_2 —кұрғақ үлгілердің массасы, г; m_3 — суспензия массасы, г.

1-кесте - Суды сіңіруді есептеуге арналған кіріс деректері

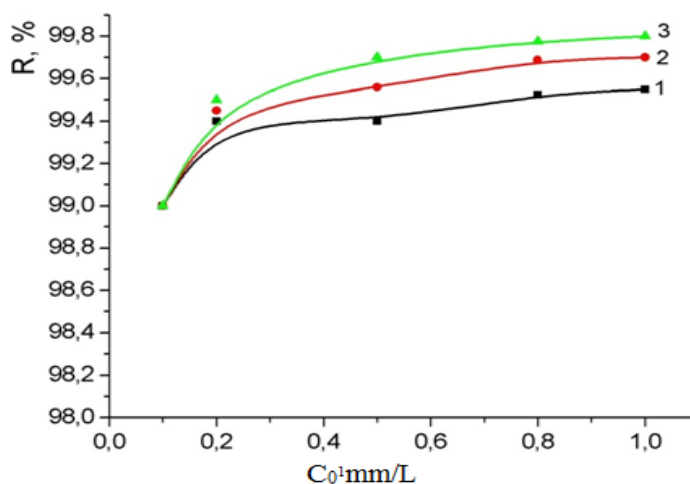
Сынақ №	Название материала, tC°	m_0 ,г	m_1 ,г	m_2 ,г	m_3 ,г
1	Бентонит 40%, цеолит 30%, диатомит 30%; t-850C°	10,0018	31,4312	19,0645	0,5923
2	Бентонит 25%, цеолит 30%, диатомит 45%; t-900C°	9,6453	29,2576	16,7312	0,4627
3	Бентонит 25%, цеолит 45%, диатомит 30%; t-950C°	9,9459	31,2057	18,1124	0,4134

Тетраметил-4,4-диаминотрифенилметан бойынша фотоэлектродиметрде модификацияланған Сорбент үлгілерінің оптикалық тығыздығы анықталды.

Еріген су бақылау ерітіндісі ретінде пайдаланылды. Алынған оптикалық тығыздықтар бойынша градуирлеу графигі негізінде бояғыштың қалдық концентрациясы анықталды. Сорбциялық белсенділік 1 формула бойынша есептелді:

$$X = \frac{(C_1 - C_2 K) \cdot 0.025}{m}$$

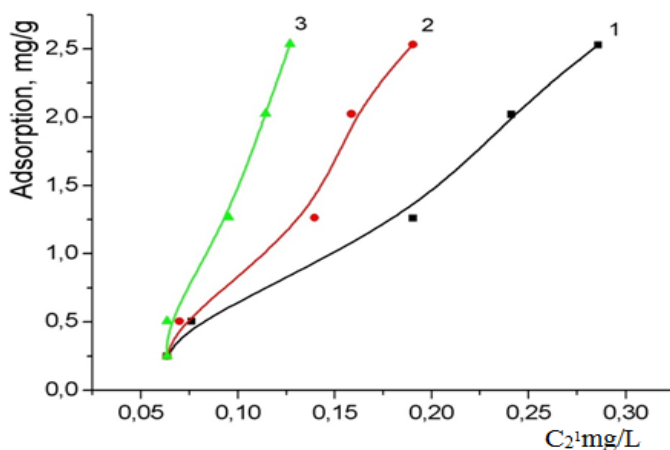
мұндағы C_1 -бояғыштың бастапқы ерітіндісінің концентрациясы, мг/дм³; C_2 -бояғыш ерітіндісінің трепелмен әрекеттескеннен кейінгі концентрациясы, мг/дм³; K -сұйылту коэффициенті; m -сорбенттің модификацияланған үлгісінің Ілмек массасы, г; 0,025-тетраметил ерітіндісінің көлемі-4,4-диаминотрифенилметанға, дм³ (5-сурет).



Сурет 5. Jenway 6300 спектрофотометрі арқылы мысты табиғи-минералды сорбенттерден тазарту дәрежесі (T = 298 К)

Мыс (II) иондарын адсорбциялау экспериментінің нәтижелері бойынша адсорбция мәні өзгертілген 3 сорбенттің бетінде шамамен бірдей болды. Мыстың максималды концентрациясында, 5-суретте көрсетілгендей, тазарту (экстракция) дәрежесі 99,4% - дан жоғары.

Изотермиялық адсорбция қисықтарының спектрофотометриялық көрсеткіштері барлық көрсеткіштерде төмен концентрациядағы адсорбциядан әлдеқайда төмен, ерітіндідегі ластаушы заттардың концентрациясы жоғарылаған кезде қисықтар күрт артады. Монотонды емес қисықтардың жоғарылауы және төмендеуі, адсорбцияның полидисперсиялық көрсеткіші (6-сурет).

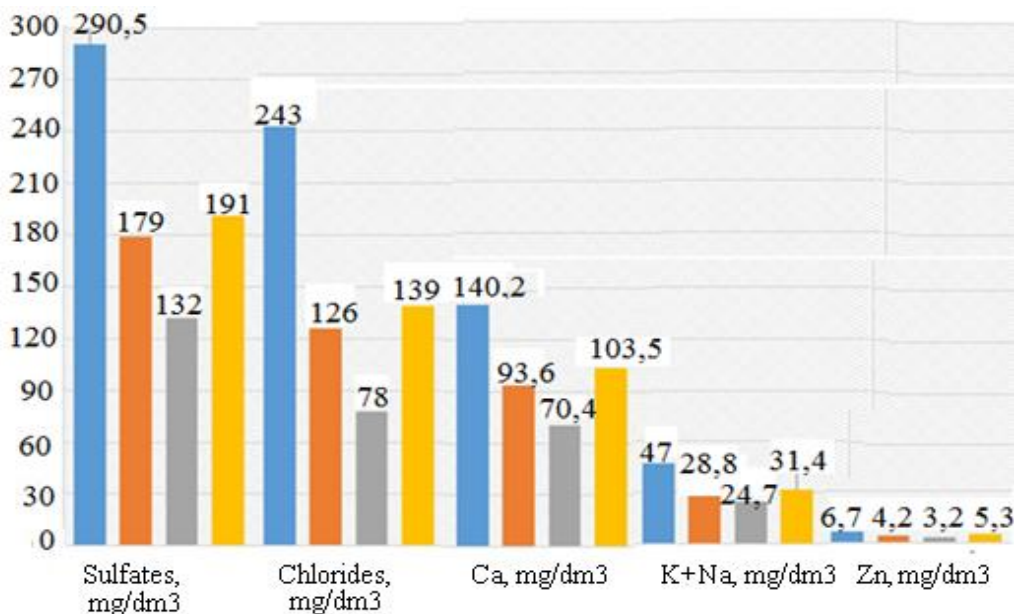


Сурет 6. JENWAY 6300 спектрофотометрі арқылы біріктірілген табиғи сорбенттердің мыс сорбциялық изотермалары T = 298K.

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Құрамдастырылған сорбенттермен суды сүзу тиімділігіне талдау Алматы қаласындвғы «Жер туралы ғылымдар орталығы» акционерлік қоғамының «Көмірсутектік және тау-кен металлургия секторлары мен ілеспе қызмет көрсету салаларына арналған технологиялар» басым бағыты бойынша ұлттық ұжымдық ғылыми-зерттеу зертханасында жүргізілді (7-сурет).

Зертханалық суды сынау нәтижелерін талдау тазартылған сулардағы химиялық элементтердің құрамы ластанған суларға қарағанда төмен екенін, олардың үш сынамадағы үлесі әртүрлі және санитарлық нормаларға сәйкес келетінін көрсетті (7-сурет).



Сурет 7. Тазартылмаған және тазартылған судағы хлоридтер, сульфаттар, СА, К, Na, Zn айырмашылығы

Су сынамаларының зертханалық талдаулары өзгертілген сорбенттің үшінші сүзгісі сульфаттарды, хлоридтерді, бикарбонаттарды, F⁺, Ca⁺, Sr⁺, K⁺ Na⁺ жақсы сіңіретінін көрсетті, ал судың минералдануы бірінші және екінші сүзгілерге қарағанда айтарлықтай төмендейді (7-сурет).

Табиғи-минералды сүзгінің екінші сынамасындағы суды сүзу стронций үлесі 62,5% - ға (0,005 мг/дм³), сульфаттар - 56,6% - ға (159,2 мг/дм³), хлоридтер - 67,9% - ға (165 мг/дм³), Ca-50% - ға (70 мг/дм³), жалпы минералдану-59,5% - ға (338,5 мг/дм³) төмендеді.

Бірінші сүзімен сүзілген су сынамаcында стронций үлесі 61,7% (0,035 мг/дм³), сульфаттары 158 мг/дм³ немесе 54%, хлориді 159 мг/дм³ немесе 66,8%, Са 81 мг/дм³ немесе 63% төмендеді.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін талдай отырып (5 және 6-суреттер) біз табиғи сорбенттерден алынған сүзгінің бірінші және екінші үлгілерімен салыстырғанда үшіншісі тиімдірек деген қорытындыға келдік.

Қорытынды

Құрамдастырылған табиғи сорбенттердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу кезінде үш үлгі келесі қорытындылар жасады:

1. Зерттеулер көрсеткендей, біз ұсынған құрамдастырылған табиғи минералды сорбенттер белсенділігі арттырылған көмір, күл, токсиндер, үгінділерімен салыстырғанда тиімдірек, олар улы емес, зиянды қоспалар және басқа жанама әсерлер жоқ.

2. Ауыр металл иондарының адсорбциясының ең жоғары тиімділігі 900° С температурада ұсталған табиғи-минералды сорбентте байқалатыны анықталды.

3. Сулы ерітінділерді ауыр металдар (мыс) иондарынан тазарту тиімділігі 86,1%, радионуклидтер (стронций) - 66,6%, сирек металдардан (кадмий) - 44,1%, сульфаттардан 54% жетеді.

4. Сорбенттердің оң көрсеткіші рН, 6,67-ден 7,95-ке дейінгі диапазон аралығындағы өзгерісі өндірістің ласанған ағынды суларынан сульфаттардың, көмірсутектердің, хлоридтердің, ауыр, сирек металдардың және радионуклидтердің адсорбция тиімділігін арттырады. Осылайша, біз ұсынған сорбент өндірістің ласанған ағынды суларын тазарту өлшемдерін төмендетпестен зиянды қоспалардан тазартуға мүмкіндік береді.

5. 2020-2023 жылдар аралығында жүргізілген зерттеу нәтижелері сүзгілеуден кейін судың құрамында айтарлықтай өзгерістер болғанын, оның органолептикалық сипаттамалары, судың иісі мен дәмі жақсарғанын көрсетеді, бұл санитарлық ережелер мен реттеу нормаларына сәйкес келеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Kaya A., Ören A. H. Adsorption of zinc from aqueous solutions to bentonite //Journal of hazardous materials. – 2005. – Т. 125. – №. 1-3. – С. 183-189.

2. Алтынбеков Ф. Е. Гигиеническая оценка цеолитов закавказских месторождений, предлагаемых для совершенствования технологических схем обработки воды хозяйственнопитьевых водоисточников/Автореф. дисс. канд. мед. наук //Алматы.—1985.-21 с. – 1985.

3. Kaušpėdienė D. et al. Comparison of the efficiency of activated carbon and neutral polymeric adsorbent in removal of chromium complex dye from aqueous solutions //Journal of Hazardous Materials. – 2010. – Т. 179. – №. 1-3. – С. 933-939.

4. Ковалевского В.В. Об использовании углеродистых сорбентов на основе природных минеральных пород для очистки питьевых и сточных вод // Мат. конф. «Акватерра». — СПб. — 1999. С. 40.

5. Bhatnagar A., Sillanpää M. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—a review //Chemical engineering journal. – 2010. – Т. 157. – №. 2-3. – С. 277-296.

6. Khan S. A. et al. Adsorption of chromium (III), chromium (VI) and silver (I) on bentonite //Waste Management. – 1995. – Т. 15. – №. 4. – С. 271-282.

7. M.Jetimov, E.Andasbayev, A.Sataeva Efficiency of using a complex of modified natural adsorbents for wastewater treatment. In the collection: The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and Technology. Materials of the III International Scientific-Practical Conference. 2018. С. 447-452.

8. Жетимов М. А. и др. Значение комплексных природных адсорбентов, состоящих из цеолита, бентонита и диатомита, для очистки питьевых и сточных вод //Наука и образование: новое время. – 2019. – №. 1. – С. 24-28.

9. Еспенова М.М., Жапаркулова Е.Д., Нусипбеков М.Ж. Агрехимическая характеристика сточных вод г. Талдыкоргана и возможности использования их для орошения // «Ізденістер, нәтижелер», №2 (74) 2017. - 192-198 стр.

10. Байжигит А., Ануарбеков К.К., Алдиярова А.Е., Зубаиров О.З. Changes in the salt composition of the sierozem soils during watering with wastewater in the conditions of south Kazakhstan // «Ізденістер, нәтижелер», №1 (77) 2018. - 144-148 стр.

11. Doula M. K. Removal of Mn²⁺ ions from drinking water by using Clinoptilolite and a Clinoptilolite–Fe oxide system // Water research. – 2006. – Т. 40. – №. 17. – С. 3167-3176.

12. Xu H. Y. et al. Kinetic research on the sorption of aqueous lead by synthetic carbonate hydroxapatite // Journal of Environmental Management. – 2008. – Т. 86. – №. 1. – С. 319-328.

13. Комарова Л.Ф. Физико-химические основы применения природных и модифицированных сорбентов в процессах очистки воды // Химия и технология воды- 1998. — Т. 20, № 1. С.42-51.

14. Wang S., Peng Y. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment // Chemical engineering journal. – 2010. – Т. 156. – №. 1. – С. 11-24.

15. Harutyunyan L. R., Pirumyan G. P. Purification of waters from anionic and cationic surfactants by natural zeolites // Proceedings of the YSU B: Chemical and Biological Sciences. – 2015. – Т. 49. – №. 1 (236). – С. 21-28.

16. Bourliva A. et al. Municipal wastewater treatment with bentonite from Milos Island, Greece // Bulletin of the Geological Society of Greece. – 2010. – Т. 43. – №. 5. – С. 2532-2539.

17. Chatterjee T., Chatterjee S., Woo S. H. Enhanced coagulation of bentonite particles in water by a modified chitosan biopolymer // Chemical Engineering Journal. – 2009. – Т. 148. – №. 2-3. – С. 414-419.

18. Jetimov M. et al. Sorption characteristics of zeolite and bentonite natural adsorbents modified complex // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of Geology and Technical Sciences. – 2020. – Т. 4. – С. 138-146.

References

1. Abidin Kaya, Ali Hakan Oren. Adsorption of zinc from aqueous solutions to bentonite // Journal of Hazardous Materials. Volume 125, Issues 1–3, 17 October 2005, Pages 183-189.

2. Altynbekov F. E. Gigienicheskaya otsenka tseolitov zakavkazskikh mestorozhdenij, predlagaemykh dlya sovershenstvovaniya tekhnologicheskikh skhem obrabotki vody khozyajstvennopit'evykh vodoistochnikov / Avtoref. diss. kand. med. nauk // Almaty. — 1985. — 21 s. — 1985.

3. D. Kaušpediene, E. Kazlauskienė, A. Gefeniene, and R. Binkienė, “Comparison of the efficiency of activated carbon and neutral polymeric adsorbent in removal of chromium complex dye from aqueous solutions,” Journal of Hazardous Materials, vol. 179, no. 1–3, pp. 933–939, 2010.

4. Kovalevskogo V.V. Ob ispol'zovanii uglerodistykh sorbentov na osnove prirodnykh mineral'nykh porod dlya ochistki pit'evykh i stochnykh vod // Mat. konf. «Akvaterra». — SPb. — 1999. S. 40.

5. A. Bhatnagar and M. Sillanpää, “Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—a review,” Chemical Engineering Journal, vol. 157, no. 2-3, pp. 277–296.

6. Saad Ali Khan Riaz-ur-Rehman M. Ali Khan Adsorption of chromium (III), chromium (VI) and silver (I) on bentonite // Waste Management. Volume 15, Issue 4, 1995, Pages 271-282.

7. M. Jetimov, E. Andasbayev, A. Sataeva Efficiency of using a complex of modified natural adsorbents for wastewater treatment. In the collection: The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and Technology. Materials of the III International Scientific-Practical Conference. 2018. С. 447-452.

8. ZHetimov M. A. i dr. Znachenie kompleksnykh prirodnykh adsorbentov, sostoyashhikh iz tseolita, bentonita i diatomita, dlya ochistki pit'evykh i stochnykh vod // Nauka i obrazovanie: novoe vremya. – 2019. – №. 1. – С. 24-28.

9. Espenova M.M., Zhaparkulovae D., Nusipbekov Zh. Agrochemical characteristics of wastewater in Taldykorgan and the possibility of using them for irrigation // "Izdenister, natizheler", №2 (74) 2017. - 192-198 p.
10. Baijigita., Anuarbek K., Adiyarova E., Zubairovo Z. Changes in the salt composition of the sierozem soils during watering with wastewater in the conditions of south Kazakhstan // "Dependent, foreigner", №1 (77) 2018. - 144-148 p.
11. Removal of Mn²⁺ ions from drinking water by using clinoptilolite and a clinoptilolite-Fe oxide system / M.K. Doula // Water Research. – 2006. – V. 40. – № 17. – P. 3167–3176.
12. Kinetic research on the sorption of aqueous lead by synthetic carbonate hydroxyapatite / H. Xu, L. Yang, P. Wang, Y. Liu, M. Peng // J. Environ. Manage. – 2008. – V. 86. – P. 319–328.
13. Komarova L.F. Fiziko-khimicheskie osnovy primeneniya prirodnykh i modifitsirovannykh sorbentov v protsessakh ochistki vody // Khimiya i tekhnologiya vody- 1998. — T. 20, № 1. S.42-51.
14. Wang S, Peng Y (2010) Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. Chem. Engin.J. 156:11-24.
15. L. Harutyunyan and G. Pirumyan, "Purification of waters from anionic and cationic surfactants by natural zeolites," Chemistry and Biology, vol. 1, pp. 21–28, 2015.
16. Bourliva, A., Michailidis, K., Sikalidis, C., Filippidis, A., and Apostolidis, N., (2010), Municipal wastewater treatment with bentonite from Milos Island, Greece. Bulletin of the geological society of Greece, proceeding of the 12th International Congress.
17. Chartterjee, T., Chartterjee, S., and HanWoo, S, (2009), Enhanced coagulation of bentonite particles in water by a modified chitosan biopolymer. Chemical engineering journal, 148, pp 414-419.
18. M. Jetimov, I. Yessengabylov, Z. Maymekov, E. Tokpanov, S. Sydykbayeva, Zh. Imangazinova, G. Issayeva. Of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical science. Series of geology and technical sciences. Volume 4, number 442 (2020), 138 – 146. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.94>.

*М.А.Джетимов¹, Л.К.Ыбраймжанова¹, Э. А.Камбарова², А.К.Игембаева³,
К.Т.Абаева^{*3}, Н.Д.Тажетдинов⁴*

¹Жетысуский университет имени И.Жансугурова, г.Талдыкорган, Республика Казахстан, make_d_61@mail.ru, ybraymzhanova@mail.ru

²Таразский региональный университет им М.Х.Дулати, г. Тараз, Республика Казахстан, ilmira080884@mail.ru

³НАО "Казахский национальный аграрный исследовательский университет", г.Алматы, Республика Казахстан, muslima@mail.ru, abaeva1961@mail.ru*

⁴Каракалпакский сельскохозяйственный институт агротехнологий, г. Нукус, Республика Каракалпакстан, ntajetdinov414@gmail.com

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ПРИРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ

Аннотация

В данной статье представлены результаты исследования эффективности использования природных минеральных сорбентов на основе цеолита, бентонитовых глин и диатомита в низкогорье Жетысу (Джунгар) Алатау для очистки и кондиционирования питьевой воды и очистки сточных вод от сульфатов, бикарбонатов, нитратов, ионов тяжелых металлов и других вредных примесей.

Изучен физико-химический, минералогический состав природных сорбентов и адсорбционная эффективность полученных комбинированных сорбентов, обнаружено увеличение сорбционной активности в зависимости от состава сорбента и влияния модификации сорбентов от температуры обжига.

Научной и практической ценностью нашего исследования, является получение модифицированного сорбента, для очистки и доочистки сточной воды, от химических и микробиологических загрязнений, способствующего обеззараживанию и умягчению воды, повышающее степень очищения обработанной воды, при этом не требующего использования сложного, дорогостоящего оборудования.

Технический результат исследования заключается в создании модифицированного комплекса из природных адсорбентов с сорбирующей способностью химических и микробиологических загрязнений, обеззараживающего и умягчающего воду.

Проведенные эксперименты по использованию природных минеральных сорбентов, показали, что в процессах очистки воды от загрязнений выявлены существенные различия в эффективности рассмотренных сорбентов, определяемые их минеральным составом, микроструктурой, сорбционной емкостью и наличием каталитической активности.

Ключевые слова: цеолит, бентонит, диатомит, сорбенты, адсорбция, тяжелые металлы.

*M. Jetimov¹, L. Ybraimzhanova¹, E. Kambarova²,
A. Igembayeva*³, K. Abayeva*³, N. Tajetdinov⁴*

*¹Zhetysu University named after I. Zhansugurov, city Taldykorgan, Kazakhstan,
make._d_61@mail.ru, ybraymzhanova@mail.ru*

²M.Kh.Dulati Regional University, city Taraz, Kazakhstan, ilmira080884@mail.ru

*³Kazakh National Agrarian Research University, city Almaty, Kazakhstan, muslima@mail.ru,
abaeva1961@mail.ru**

*⁴Institute of Agriculture and Agriculnural Technologies of Karakalpakstan, city Nukus,
Republic of Karakalpakstan, ntajetdinov414@gmail.com*

WASTEWATER TREATMENT WITH MODIFIED NATURAL SORBENTS

Abstract

This article presents the results of a study of the effectiveness of using natural mineral sorbents based on zeolite, bentonite clays and diatomite in the low mountains of Zhetysu (Dzungar) Alatau for purification and conditioning of drinking water and wastewater treatment from sulfates, bicarbonates, nitrates, heavy metal ions and other harmful impurities .

The physicochemical and mineralogical composition of natural sorbents and the adsorption efficiency of the resulting combined sorbents were studied, and an increase in sorption activity was found depending on the composition of the sorbent and the influence of modification of the sorbents on the firing temperature. To increase the adsorption capacity of sorbents during heat treatment, the mechanism of thermal activation was used, which is due to the removal of adsorbed and constitutional water, that is, an increase in total porosity. Close to thermal activation is the method of hydrothermal modification of natural sorbents - treatment in water vapor at high temperatures and pressure.

The scientific and practical value of our research is to obtain a modification of the sorbent for wastewater purification, with simultaneous sorption of chemical and microbiological contaminants contained in water, promoting disinfection and softening of water, increasing the degree of saturation of the treated water with calcium, magnesium salts and microelements, not requiring for use complex equipment. The technical result consists in creating a modified complex of natural adsorbents with the sorbing ability of chemical and microbiological contaminants, disinfecting and softening water, enriching it with calcium, magnesium, sodium, potassium ions, as well as microelements.

Experiments conducted on the use of natural mineral sorbents in water purification processes from contaminants have revealed significant differences in the effectiveness of the considered sorbents, determined by their mineral composition, microstructure, sorption capacity and the presence of catalytic activity.

Key words: zeolite, bentonite, diatomite, sorbents, adsorption, heavy metals.