

ӘОЖ 639.2.3

Білім алушы: Қалықберген Г.Б., Есмагулова А.А., Баймурзин Д.А., магистранттар

Ғылыми жетекші: Сатаева С.С., жетекші

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ,
Орал қ.СУДЫ ТАЗARTУ ПРОЦЕСІНЕ АРНАЛҒАН ЖАҢА КОМПОЗИТТІК
СОРБЕНТТЕРДІ ЗЕРТТЕУ

АННОТАЦИЯ

Судың ластануы негізгі және жаһандық экологиялық проблемалардың бірі болып есептеледі. Ауыр металдар иондары суды ластайтын негізгі заттар болып табылады. Мақалада суды тазарту үшін жаңа сорбциялық материалдарды қолдану мүмкіндіктері қарастырылды. Жасалған материалдың сорбциялық қасиеттері туралы тәжірибелік мәліметтер келтірілген. Батыс Қазақстан облысы Тасқала кен орнының кремнийлі микрокеукті шөгінді жынысы (опока) суды ауыр металл иондарынан тазартатыны көрсетілген. Суды тазарту дәрежесі 30 % құрайды.

Кілт сөздер: табиғи минералды сорбент, опока, су тазарту, кремнийлі микрокеукті шөгінді жыныстар.

Қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы адам денсаулығына қауіп төндіреді, сондықтан бұл улы ластаушы заттарды күрделі субстраттардан тиімді түрде алып тастау өте маңызды. Осы уақытқа дейін сіңіру әдісі ең тиімді тәсілдердің бірі болып табылды [1].

Жер асты суларын әртүрлі құрамдармен тазартудың қажетті сапасына қол жеткізу әртүрлі технологиялық шешімдерді қолдануды қамтиды. Технологиялық схеманы таңдау практикада белгіленген суды тазарту схемаларының тиімділігін ескере отырып, жер асты суларының сапа көрсеткіштерін кешенді талдау негізінде жасалуы керек. Тиімді шаралар: технологиялық процестерді жетілдіру, судың үлестік шығынын және реагенттердің шығынын азайту болып табылады.

Бүгінгі күні ауыз су сапасын жақсарту үшін су құрамынан темірді бөлудің әртүрлі әдістері қолданылады [2-4]. Көбінесе модифицирленген сорбенттермен тазалау технологиясы арқылы тазарту әдістері қолданылады, соның ішінде суды құммен сүзу арқылы тазалау. Олардың кемшіліктеріне абразия, каталитикалық қабаттың қысқа жұмыс уақыты, сүзу циклінің соңына қарай тазалаудың төмен тиімділігі, сүзгіні қалпына келтіру үшін қажет судың көп мөлшері жатады [5]. Сорбция – судан темір мен марганец катиондарын кегірудің қарапайым және тиімді әдісі. Табиғи материалдар сорбент ретінде қолданылатын сорбциялық жүйелерде ерекше назар аударылады. Жергілікті тиімді табиғи сорбенттердің болуы жер асты суларын тазартудың жергілікті жүйелері үшін адсорбциялық технологиялық процестерді енгізу мүмкіндіктерін кеңейтуге алып келеді [6, 7].

Опока табиғи және шаю суларын тазартуда өзін сорбент ретінде көрсеткен [8]. Бұл микро және мезопоралардың басым болуымен олардың кеукті құрылымына байланысты. Олар кремний диоксиді бөлшектерінен түзіледі, олардың массасы кен орнына байланысты 75-92 % аралығында болады, негізінен сазды минералдардан тұрады. Тығыздығы 1100-ден 1600 кг/м³-ге дейін, кеуктілігі шамамен 55 % құрайды [9, 10].

Опоканың негізгі компоненттері кремний мен алюминий оксидтері болып табылады. Олардың құрамы SiO₂ 44,351-48,126 %-ға дейін және Al₂O₃ 38,928-39,028 % дейін болады. SiO₂ және Al₂O₃ құрамы суды тазарту үшін сорбент өндірісінде қолданылатын саздардағы рұқсат етілген шекті концентрациялардың мәндеріне сәйкес келеді. Сонымен қатар магний мен күкірт (VI) оксидтері маңызды рөл атқарады, олар Тасқала кен орнының шөгінді жыныстарында аз мөлшерде кездеседі, мөлшері 1,149 %-ға жетеді. Бұл қоспалар

кажет емес, өйткені олар ауыр металдардан суды тазарту үшін сорбенттің сапасына теріс әсер етеді. Осыған сүйене отырып, Таскала кен орнының опокасын судан ауыр металл катиондарын кетіру үшін табиғи сорбент ретінде ең қолайлы деп қорытынды жасауға болады [11].

Зерттеу нысаны Таскала кен орны табиғи сорбенті – опока және ЖШС «УНКОППА» жер асты суы алынды.

Таскала кен орны опокасы жеңіл, қатты, микрокеуекті кремнийлі тау жынысы. Геологиялық мәліметтерге сәйкес, опока диатомиттер мен трепельдердің тығыздалуы мен цементтелуіне байланысты теңіз бассейндерінде пайда болған палеоген мен бор шөгінділерінде кездеседі. Олардың тығыздығы 1.3-1.5 г/см³.

Таскала кен орны сорбентінің (опока) сорбциялық сыйымдылығы зертханалық жағдайда қағаз-хроматографиялық әдіспен (ГОСТ 21283-93) анықталды.

Салмағы 0,3 г опока сазының кептірілген сынамасын сыйымдылығы 250 см³ конустық колбаға салынады, 25 см³ дистилденген су құяды және 2-3 мин. бойы қайнатады, содан кейін суспензиясы бар колбаны суық су ағынымен салқындатады және 5 моль/дм³ күкірт қышқылының 1 см³ ерітіндісін құяды. Колбаның ішіндегісін шайқау арқылы араластырады және шамамен 20 секундтан кейін 1 см³ бояғыш ерітіндісін қосып, метилен көк ерітіндісімен титрлейді. Бояғыштың әрбір бөлігін қосқаннан кейін колбаның ішіндегісін шайқау арқылы қарқынды араластырады және "көк лента" фильтріне суспензияның бір тамшысын жұқа шыны таяқшамен жағады. Суспензияда бос бояғыш болмаса, сүзгіде боялған бөлшектердің дақтары қалады. Суспензияда артық бояу пайда болғаннан кейін, фильтрдегі тамшының қара дағының айналасында көк дөңгелекше пайда болады.

Модифицирленген сорбентпен ЖШС «УНКОППА» жер асты суын тазарту үшін салмағы 250 г сорбент колбаға салынып, 1500 мл зерттелетін су құйылды. Қоспа 1 сағат бойы араластырылып, содан кейін 1 тәулікке қойылды, сорбент сүзгіден өткізілді.

Опоканың сорбциялық қасиеттері фракциялық өлшемдері бойынша зерттелді (1,6 мм; 3 мм; 5 мм). Опока сазының адсорбциялық көрестекіші (А), мг/г келесі формула бойынша есептеледі:

$$A = \frac{C \cdot V}{m_3}$$

мұндағы, С - метилен көк ерітіндісінің концентрациясы, мг/см³;

V- титрлеуге жұмсалған метилен көк ерітіндісінің көлемі, см³;

m₃ - опока сазының массасы.

Сорбциялық сыйымдылық (Е), мг·экв/100 г опока сазына келесі формула бойынша анықталады:

$$E = \frac{A}{319,9} \cdot 100$$

мұндағы, А – сорбция көрсеткіші, мг/г

Талдау нәтижелері бойынша 5 мм фракциялы опока жоғары сыйымдылыққа ие екендігі анықталды. Зерттеу нәтижелері 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Таскала кен орны сорбентінің (опока) сорбциялық сыйымдылығы

Опока (фракция)	Метилен көк шығымы, мл	Адсорбция көрсеткіші, мг/г	Сорбциялық сыйымдылық, мг·экв/100г бентонит сазына
1,6 мм	2,3	23	7,18
3 мм	3,2	32	10,0
5 мм	4,7	47	14,6

Судың ішуге жарамдылығы, ең алдымен, оның органолептикалық қасиеттерімен анықталады. Сондықтан жұмыстың бірінші кезеңінде сорбенттің осы көрсеткіштерге әсері туралы зерттеулер жүргізілді. 2-кестеде сорбент сүзгілері арқылы өткенге дейін және одан кейін судың физика-химиялық көрсеткіштері мен кермектілік мәндері көрсетілген. Бастапқы ағын судың түсі мен лайлануы жоғарылаған.

ЖШС «УНКОППА» жер асты суының физика-химиялық көрсеткіштері МемСТ 26449.1-85 арқылы анықталды және талдау нәтижелері 2-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 2 - Модифицирленген опокамен тазартылған ЖШС «УНКОППА» жер асты суының талдау нәтижелері

Көрсеткіш атауы	Өлш. бірл.	Сорбентке дейін	Опокамен (диаметр өлшемі, мм)			Норматив СанПиН 22.1.4.1074-01
			1,6	3	5	
Кермектілік	ммоль/дм ³ (мг-экв./л)	7,7	6,7	6,4	6,3	<7
Темір	мг/л	0,18	0,15	0,13	0,1	<0,3
Нитриттер		0,045	0,044	0,043	0,041	<3,0
Фтор		0,37	0,21	0,23	0,13	0,8-1
Мыс		0,142	0,121	0,113	0,108	<1,0

Суды сүзу режимінде сорбентпен өңдеу судың органолептикалық қасиеттерінің айтарлықтай жақсаруына әкеледі. Суды тазартуға арналған сорбенттердің тиімділігі бастапқы және тазартылған судың органолептикалық, физика-химиялық, микробиологиялық және токсикологиялық параметрлерін салыстыру арқылы бағаланды.

Гидросфераның басым ластаушыларының бірі болып табылатын ауыр металл иондарынан суды тазарту үшін субстратты сүзгілерді қолданудың тиімділігі зерттелді. Модельдік токсикант ретінде екі валентті мыс иондары қолданылды. Ауыр металдардың моделі ретінде темір және екі валентті мыс иондары, сонымен қатар нитриттер және фтор иондары таңдалды. Ауыз судағы мыстың шекті рұқсат етілген концентрациясы 1 мг/л құрайды. Бастапқы үлгідегі мыс концентрациясы айтарлықтай төмендегенін байқауға болады, яғни 0,142 мг/л-ден сорбенттен кейін концентрациясы 0,108 мг/л болды.

Ауыз судың ластануының ең типтік нәтижесі темір иондарының едәуір артық болуы болып табылады, темір концентрациясының 1,5-3 есе артуы жиі кездеседі. 2-ші кестеден көрінгендей темір, нитриттер және фтор иондарының концентрациясы үшін де Таскала кен орны опокасы тиімді сорбент болып табылады, яғни кремнийлі тау жыныстарын сорбент ретінде қолдану суды темір және екі валентті мыс иондарынан тазартуға мүмкіндік береді деп қорытынды жасауға болады.

Жүргізілген зерттеулер бойынша келесі тұжырымдамалар жасалды: суды ауыр металл иондарынан тазарту үшін перспективалы сорбенттер – Таскала кен орнының кремнийлі микрокеуекті шөгінді жыныстары тиімді сорбент болатынын дәлелдеді. Тазартылатын судың бастапқы параметрлері (төмен және жоғары кермектілік, түсі) жоғары деңгейде болып, су құрамындағы ауыр металл иондары төмендейтінін көрсетті.

Таскала кен орнының кремнийлі микропоралы шөгінді жынысы радикалды және иондық-радикалды сипаттағы бөлшектерді зерттелетін судан шығаруда ерекше белсенділік танытады, бұл жағынан глауконитті әктастан да айтарлықтай асып түседі. Зерттелген сорбент суды 0,18-ден 0,1 мг/л-ге дейінгі концентрация диапазонындағы артық темір иондарынан тазартады. Жүргізілген зерттеулер Таскала кен орнының табиғи жынысын темір мен мыс иондарын кетіру үшін сорбент ретінде пайдалануға болатынын көрсетті.

Табиғи сорбентпен өңделген су химиялық ластанудан терең тазарту, уыттылықты азайту, сондай-ақ қажетті макро және микроэлементтермен байыту арқылы биологиялық қасиеттерін жақсартады.

Зерттелген табиғи минералды сорбент – Таскала кен орнының кремнийлі микро кеуекті шөгінді жынысы су сапасын жақсарту жүйелері мен құралдарында қолдануға тиімді екендігі анықталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. K.P.W. Lankathilaka, R.M. de Silva, M.M.M.G.P.G. Mantilaka, K.M.N. de Silva, Magnetite nanoparticles incorporated porous kaolin as a superior heavy metal sorbent for water purification, *Groundw. Sustain. Dev.* 14 (2021) 100606. <https://doi.org/10.1016/J.GSD.2021.100606>.
2. D.T. Nguyen, K-S Kim, Controlled synthesis of monodisperse magnetite nanoparticles for hyperthermia-based treatments, *Powder Technol.* 301 (2016) 1112–1118. <https://doi.org/10.1016/J.POWTEC.2016.07.052>.
3. A.A. Zaki, M.I. Ahmad, K.M.A. El-Rahman, Sorption characteristics of a landfill clay soil as a retardation barrier of some heavy metals, *Appl. Clay Sci.* 135 (2017) 150–167. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2016.09.016>.
4. R. Amen, H. Bashir, I. Bibi, S.M. Shaheen, N.K. Niazi, M. Shahid, M.M. Hussain, V. Antoniadis, M.B. Shakoor, S.G. Al-Solaimani, H. Wang, J. Bundschuh, J. Rinklebe, A critical review on arsenic removal from water using biochar-based sorbents: The significance of modification and redox reactions, *Chem. Eng. J.* 396 (2020) 125195. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.125195>.
5. F. Wang, X. Lu, X.Y. Li, Selective removals of heavy metals (Pb^{2+} , Cu^{2+} , and Cd^{2+}) from wastewater by gelation with alginate for effective metal recovery, *J. Hazard. Mater.* 308 (2016) 75–83. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2016.01.021>.
6. T.K. Sen, S.P. Mahajan, K.C. Khilar, Adsorption of Cu^{2+} and Ni^{2+} on iron oxide and kaolin and its importance on Ni^{2+} transport in porous media, *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* 211 (2002) 91–102. [https://doi.org/10.1016/S0927-7757\(02\)00235-2](https://doi.org/10.1016/S0927-7757(02)00235-2).
7. S. Andrejkovičová, A. Sudagar, J. Rocha, C. Patinha, W. Hajjaji, E.F. Da Silva, A. Velosa, F. Rocha, The effect of natural zeolite on microstructure, mechanical and heavy metals adsorption properties of metakaolin based geopolymers, *Appl. Clay Sci.* 126 (2016) 141–152. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2016.03.009>.
8. H. Nadaroglu, E. Kalkan, N. Demir, Removal of copper from aqueous solution using red mud, *Desalination.* 251 (2010) 90–95. <https://doi.org/10.1016/J.DESAL.2009.09.138>.
9. N. Timmer, D. Gore, D. Sanders, T. Gouin, S.T.J. Droge, Application of seven different clay types in sorbent-modified biodegradability studies with cationic biocides, *Chemosphere.* 245 (2020) 125643. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2019.125643>.
10. M. Mohammadian, R. Sahraei, M. Ghaemy, Synthesis and fabrication of antibacterial hydrogel beads based on modified-gum tragacanth/poly(vinyl alcohol)/Ag₀ highly efficient sorbent for hard water softening, *Chemosphere.* 225 (2019) 259–269. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2019.03.040>.
11. Satayeva, S.S., Akhmetova F.Z., Jusupkaliyeva R., Nazarova D.S., Kazarinov I.A., Mambetova M.B. Study of the New Composite Sorbents for Water Treatment. // *International Journal of Biology and Chemistry.* 2021. - № 2. – С. 88-92. <https://doi.org/10.26577/ijbch.2021.v14.i2.012>.

РЕЗЮМЕ

Загрязнение воды считается одной из ключевых и глобальных экологических проблем. Основными загрязнителями воды являются ионы тяжелых металлов. В статье рассмотрены возможности применения новых сорбционных материалов для очистки воды. Представлены экспериментальные данные по сорбционным свойствам разработанного материала. Показано, что кремнистая микропористая осадочная порода (опока) Таскалинского месторождения Западно-Казахстанской области очищает воду от ионов тяжелых металлов. Степень очистки составляет 30 %.

RESUME

Water pollution is considered one of the key and global environmental problems. Heavy metal ions are the main water pollutants. The article considers the possibilities of using new sorption materials for water purification. Experimental data on the sorption properties of the developed material are presented. It is shown that siliceous microporous sedimentary rock (flask) of the Taskalinsky deposit of the West Kazakhstan region purifies water from heavy metal ions. The degree of purification is 30 %.

ӘОЖ 542.941.8:542

Білім алушы: Каиргазиева А.Б., Бейімбетова А.Б., магистранттар

Ғылыми жетекші: Сатаева С.С., жетекші

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ.

ТАБИҒИ ЦЕОЛИТ НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОР ҚАТЫСЫНДА АРОМАТТЫ КӨМІРСУТЕКТЕРДІ АЛКИЛДЕУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

АННОТАЦИЯ

Абсорбциялық әдіспен табиғи цеолит негізіндегі катализатор алынды. Катализатор қатысында толуолдың бутиленмен алкилдену процесі зерттелді. Процесс шарттары катализатордың активтілігі, селективтілігі және ұзақтығы бойынша ерекшеленеді. Катализатордың қышқылдық орындары OH^- топтарын тікелей анықтау және ИҚ спектроскопиясы арқылы зерттелді.

Қосқұдық сазының минералды және химиялық құрамы рентгендік дифракциялық талдау әдісі арқылы анықталды.

Каолинитті саздың құрамында 5 фаза бар екені анықталды: α -кварц- SiO_2 , кальцит CaCO_3 , слюда $\text{R}_1\text{R}_{2-3} [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$, $\text{R}_1=\text{K}, \text{Na}$; $\text{R}_2=\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Li}$; минералды және хлоридті қоспалардың аралас қабаты.

Кілт сөздер: табиғи цеолит, катализатор, саз, толуол, бутилен.

Алюмосиликаттардың қатысуымен мұнай өнімдерін каталитикалық өңдеу қазіргі химиялық өндірісте жетекші орын алады [1, 2]. Мұнай өңдеу өнеркәсібіндегі негізгі бағыттардың бірі табиғи ресурстарды жүйелі пайдалану кезінде өнімнің сапасын арттыратын тиімді катализатор өндірісі болып табылады. Қазақстан үшін қорлар есебінен мұнай өңдеуде табиғи цеолит негізіндегі алюмосиликатты катализаторларын өндіру өзекті мәселе ретінде қарастырылады. Ароматты көмірсутектердің, бензолдың, алкендердің, күкірттің құрамын, қаныққан бу қысымын, сондай-ақ бензиннің қайнау температурасын төмендету үшін алкилаттардың сапасы мен өндіріс көлемін арттыру қажет [3-5]. Бұл ретте алкилдеу процесінің өнімі оттек құрамды қосылыстарсыз бензин сапасын арттырудың шешімі болып табылады.

Алкилдеу процесі кезінде негізгі өнім болып жоғары октанды, аз күкіртті, құрамында алкендер мен ароматты көмірсутектер қоспасы жоқ, зерттеу әдістері бойынша октан саны 90-94 кем емес сапалы бензин алынады. Алкилат әлемдік спецификацияда мотор отындарының компаундирленген бензин компоненті ретінде жоғары мәнге ие [6, 7].

Қышқылды катализаторлар қатысындағы алкилдеу процесінің бірнеше кемшіліктері бар: мақсатты өнімді тазалау қиындығы, полиалкилароматты туындының айтарлықтай шығыны, ароматты көмірсутекті азеотропты кептіру қондырғысының қажеттілігі, көп көлемде ағынды судың жиналуы, қондырғының коррозиясы, сонымен қатар катализатордың регенерациялануына және ароматты көмірсутектерді алкилдеу процесінің қалдықсыз өндірісті даярлауға мейлінше кедергі келтіреді. Процестің төмен экологиялық