

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАР / ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
NATURAL SCIENCES

DOI 10.54596/2958-0048-2024-1-8-16

ӘОЖ 628.54

ҒТАМА 70.25.17

ТЕКЕЛІ ӨНДЕУ КОМБИНАТЫНЫҢ АҒЫНДЫ СУЛАРЫН СОРБЦИЯЛЫҚ
ӘДІСІМЕН ТАЗARTY

Джетимов М.А.^{1*}

^{1*}*Глиас Жансүгіров атындағы Жетісу университеті,
Талдықорған, Қазақстан Республикасы*

**E-mail: make._d_61@mail.ru*

Аңдатпа

Мақалада Жетісу облысындағы Текелі өнеркәсіптік қаласындағы Текелі тау-кен өндіру комбинаты» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің су ресурстарын ластануына байланысты туындаған өзекті экологиялық мәселелері қарастырылған. Тақырыптың мазмұнын ашу үшін Қаратал өзен алабының ластануына жұмыс істеп тұрған тау кен өндіру кәсіпорнының алаңдарында шоғырланған өнеркәсіптік ағынды суларының тигізтін кері әсерін зерттеу нәтижелері ұсынылған.

Себебі Текелі тау-кен өндіру комбинатынан бөлінетін зиянды қосылыстар өңірдегі жер асты және жер үсті суларын ауыр металдармен ластайтындықтан түйінді экологиялы мәселелер тудыруда. Оған қолданылатын полиметалл кендерін өндіру әдістерінің жетілмеуінен тікелей өндірістік алаңдарда үздіксіз жиналатын бос тау жыныстарының үйінділерінің құрамындағы химиялық элементтер мен зиянды қосылыстардың еріген қар, жанбыр сулары арқылы жер үсті және жер асты суларын ластауы әсер етеді.

Түйінді сөздер: бентонит-мотмориллонит, өнеркәсіптік ағынды су, сорбция, ауыр металдар, токсиканттар, флокулянт-сорбент, Қаратал өзені.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКЕЛИЙСКОГО ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО
КОМБИНАТА СОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Джетимов М.А.^{1*}

^{1*}*Жетісуский университет им. И. Жансугурова, Талдықорған, Республика Казахстан*

**E-mail: make._d_61@mail.ru*

Аннотация

В статье рассматриваются актуальные экологические проблемы, возникающие в связи с загрязнением водных ресурсов металлургическим предприятием «ТОО Текелийский горно-перерабатывающий комбинат» в промышленном моногороде Текели области Жетісу. Для раскрытия содержания темы представлены результаты исследования влияния промышленных сточных вод, сосредоточенных на площадях действующего горнодобывающего предприятия, на загрязнение бассейна реки Каратал.

Это связано с тем, что вредные соединения, выделяемые Текелийским горно-перерабатывающим комбинатом, вызывают серьезные экологические проблемы из-за загрязнения подземных и поверхностных вод региона тяжелыми металлами.

На это влияет несовершенство методов добычи полиметаллических руд, а также загрязнение поверхностных и подземных вод талыми снеговыми и дождевыми водами от химических элементов и вредных соединений, содержащихся в отвалах рыхлых горных пород, которые непрерывно собираются непосредственно на производственных площадках.

Ключевые слова: бентонит-мотмориллонит, промышленные сточные воды, сорбция, тяжелые металлы, токсиканты, флокулянт-сорбент, река Каратал.

WASTEWATER TREATMENT OF THE TEKELI PROCESSING PLANT
BY SORPTION METHOD

Dzhetimov M.A.^{1*}

^{1*}*Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan*

**E-mail: make._d_61@mail.ru*

Abstract

The article discusses the current environmental problems arising from the pollution of water resources by the metallurgical enterprise "Tekeli Mining and Processing Plant LLP" in the industrial single-industry town of Tekeli, Zhetisu region. To reveal the content of the topic, the results of a study of the impact of industrial wastewater concentrated on the areas of an operating mining enterprise on pollution of the Karatal River basin are presented. This is due to the fact that harmful compounds released by the

Tekeli mining and Processing plant cause serious environmental problems due to contamination of groundwater and surface waters of the region with heavy metals. This is influenced by the imperfection of mining methods for polymetallic ores, as well as contamination of surface and groundwater is thawed by snow and rainwater from chemical elements and harmful compounds contained in the dumps of loose rocks, which are continuously collected directly at production sites.

Keywords: bentonite-motmorillonite, industrial wastewater, sorption, heavy metals, toxicants, flocculant sorbent, Karatal River.

Кіріспе

Зерттеудің өзектілігі ластаушы заттардың Қазақстан Республикасының және жалпы дүниежүзінің биосферасы мен қоршаған ортасына антропогендік және техногендік әсерін күшейтумен байланысты. Экоуыттылықтың ең үлкен әсері-ластаушы заттардың көпшілігінің су ортасы соңғы резервуары болуынан. Соңғы 25-30 жылда суды пайдалану құрылымы өзгерді, бұл суды пайдаланудың әлеуметтік құрамдас бөлігінің күрт өсуінен көрінді. Шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау үлесі 1980 жылы 11%-дан 2023 жылы 28%-ға дейін өсті.

Осыған орай табиғи судың ластануымен, сумен жабдықтау бекеттерінде оның қанағаттанарлықсыз тазартылуымен және тарату желілеріндегі екінші реттік ластанумен анықталатын ауыз су сапасының нақты өзекті мәселелері туындайды. Қазіргі жағдайда Қазақстан халқын сапалы ауыз сумен қамтамасыз етудің ең перспективалы тәсілі ауыз суды қосымша тазарту және дайындау құралдары мен әдістерін пайдалану болып табылады.

Бүгінгі таңда суды тазарту дүниежүзінде, оның ішінде Қазақстанда кең таралған технологиялық үрдістердің біріне айналуда [1, 11 б.].

Өңірдің су ресурстары өзен торының ең тығыз аймағы болып табылатын Қаратал өзені алабы тау-кен өндіру өнеркәсібі кәсіпорындарының газ тәріздес қосылыстар, сұйық және қатты қалдықтары бар заттар сияқты улы компоненттерінің ластауынан қатты зардап шегуде. Соның салдарынан Жетісу облысының жер үсті суларының сапасының нашарлауы тұрақты үрдіске айналып отыр. Жер үсті суларының ең жоғары ластануы Текелі тау-кен өндіру комбинаты орналасқан Қаратал өзені Қазақстан Республикасының ең ластанған өзендерінің бірі болып табылады. «Қазгидромет» РМК [1] мәліметтеріне жасалған талдауларға сәйкес химиялық көрсеткіштері бойынша ең ластанған өзен Қаратал өзені болып табылады. Бұл өзеннің ластану индексі соңғы 20 жылда жоғары болып отыр.

П.Д. Евдокимов, Г.Т. Сазонов, Б.С. Бергер, О.Н. Багров, В.Н. Антонов, М.М. Мырзахметов, Г.А. Голованов жүргізген полиметалл кен байту фабрикасын сумен

жабдықтау және су бұру жүйелерін көпжылдық тәжірибелік-эксперименттік зерттеулерінің нәтижелерін талдау негізінде тау-кен өндіру кәсіпорының өнеркәсіптік ағынды суларының аз қалдықты сумен жабдықтау және су бұру жүйелерін құрудың ғылыми-техникалық қағидалары мен әдіснамалық негіздері әзірленді [1, 2].

Белгілі қоршаған ортаны ластаушы заттардың ішінде ең қауіпті токсиканттар газ тәрізді, сұйық және қатты фазаларда таралу қабілеті бар ауыр металдар болып табылады.

2010-2023 жылдар аралығында жүргізілген зерттеу нәтижелері Текелі тау-кен өндіру комбинатының өнеркәсіптік ағынды суларында көбінесе жылжымалы еритін күйдегі, сонымен қатар, суспензияда Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{6+} , Mn^{2+} , Al^{3+} сияқты ауыр және сирек кездесетін металдар бар екендігі анықталды.

Ғылыми зерттеу жұмысы Жетісу облысындағы Лабас кен орнында өндірілетін табиғи сорбент бентонит-монтмориллонитті Текелі кен өндіру комбинатының өнеркәсіптік ағынды суларын тазарту технологияларын жасауға арналған.

Зерттеу жұмысы І. Жансүгіров атындағы жетісу университетінің «Жаратылыстану және техникалық ғылымдар» білім беру бағдарамаларының ғылыми зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес жүргізілді.

Арзан әрі тиімді болуына байланысты өнеркәсіптік ағынды суларды алюмосиликаттар – бентонит-монтмориллониттермен тазартудың сорбциялық әдісін қолдану біз үшін қызығушылық тудырды. Дегенмен, жоғарыда аталған табиғи-минералды сорбенттің белсенділігі арттырылмаған күйінде көбінесе жоғары сорбциялық қабілетке ие болмайды. Сондықтан тазартудың ең үлкен дәрежесіне аммоний тұздарынан тазартылған сумен жуу арқылы қышқылмен белсенділігі арттырылған бентонит-монтмориллонитті қолдану арқылы қол жеткізуге болады.

Бентонит-монтмориллониттерді қышқылмен белсенділігін арттыру технологиясы сілтілі және сілтілі жер металдарын ығыстыру арқылы олардың сорбциялық сыйымдылығының айтарлықтай өсуін қамтамасыз етеді, бұл ретте оларды тазарту дәрежесі мырыш бойынша 74,1%-ға, мыс бойынша 75%-ға және қорғасын бойынша 71%-ға дейін жетеді.

20% күкірт қышқылымен белсенділігін арттыру кезінде бентонит-монтмориллонит сілтілі және сілтілі жер металдарын, темір мен алюминийді сазды минералдардың кристалдық торларынан ығыстыру арқылы тепе-теңдік күйіне ауысады және осының арқасында жоғары сорбциялық қабілет қамтамасыз етіледі.

Құрамында ауыр металдар (Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} және т.б.) бар өнеркәсіптік ағынды суларды тазарту технологияларын одан әрі дамыту үшін табиғи минералды алюмосиликат – бентонит-монтмориллониттің сорбциялық қабілеті жоғары белсенділігі арттырылған сорбенттер алу қажеттілігі туындады. Бұл жұмыстың мақсаты – табиғи сорбент – бентонит-монтмориллонитті пайдаланып, өнеркәсіптік ағынды суларды ауыр металдардан тазартудың инновациялық технологиясын жасау.

Зерттелетін аумақтың жер үсті суларының атап айтқанда - орташа ластанған Қаратал өзенінің орта және төменгі ағысының барлық бөлігінің экожүйесінің мониторингін жүргізу [3]. Өйткені жоғарыда аталған өзеннің табанына шөккен шөгінділерде қайта ластайтын екіншіреттік көз болып табылатын қарқынды және ұзаққа созылатын ластану аймақтары қалыптасады.

Текелі тау-кен өндіру комбинатының жұмыс істейтін аудандарындағы жер үсті су айдынының ластануы жер асты суларының сапасының нашарлауына алып келді. Оларды топырақ арқылы сіңіру және сүзілу барысында табиғи тазарту барысында тиісті нәтиже бермейді, өйткені су сіңгенде топырақ қабаттары химиялық қосылыстармен

қаныққандықтан соның нәтижесінде жер асты суларында ауыр металдардың концентрациясы артады.

Қалдық қоймасындағы өнеркәсіптік ағынды сулардың сұйық фазасында жер асты суларына қарағанда айтарлықтай бос оттегі мен CO_2 бар [4], бұл химиялық элементтер мен олардың қоршаған ортаны ластайтын қосылыстарының едәуір санын сұйық фазаға ауыстыра отырып, промстоктардан қарқынды шаймалау үшін қолайлы жағдай жасайды.

Материалдар мен әдістер

Текелі тау-кен өндіру кешенінің өнеркәсіптік сарқынды суларының жер асты және жер үсті суларына экологиялық қауіпі судың ластану индексін есептеу (СЛИ) үшін ұсынылған [5,6] әдісімен жер үсті суларының химиялық көрсеткіштері бойынша бағаланды.

Судың сапасы СЛИ бағалау формуласының көмегімен есептелді:

$$\text{СЛИ} = \frac{C/\text{ШРК}}{n} \quad (1);$$

мұндағы C – ластаушы заттардың нақты концентрациясы;

ШРК – ластайтын заттардың шекті рұқсат етлген;

n – ең қауіпті ластаушы заттардың мөлшері.

Талдықорған қаласындағы "Қазгидромет" РМК-ның гидрохимиялық көрсеткіштері бойынша жер үсті суларының сапасының СЛИ 1-кестеде көрсетілген (1-кесте).

Кесте 1. Есептелген СЛИ мәніне негізделген су сапасының класы

СЛИ мәні	Су сапасының класы	Сапа сипаты
<0,3	1	Өте таза
0,3-1,0	2	таза
1,0-2,5	3	орташа ластанған
2,5-4,0	4	ластанған
4,0-6,0	5	лас
6,0-10,0	6	өте лас
>10,0	7	өте лас

Зерттеу нәтижелері

Судың ластану индексінің көрсеткіштерін талдау әртүрлі ластаушы заттардың болуына қарамастан әртүрлі нысандардың су сапасын салыстыруға және жылдар бойынша су сапасының өзгеру динамикасын анықтауға мүмкіндік берді. Текелі өзені-Текелі тау-кен өндіру комбинаты орналасқан Қаратал өзенінің оң жақ саласы. Текелі кен өндіру фабрикасының өнеркәсіптік мыс, мырыш, қорғасын иондарымен, сондай-ақ сульфаттармен ластанған. Тау-кен өндіру комбинатының өндірістік ағындары, қалдық қоймаларының дренаждық сулары, үйінді және шахта сулары Қаратал өзенін қоректендіретін жер асты суларын ластайды. 2-кестеде келтірілген Қаратал өзеніндегі ауыр металдардың жоғары мөлшері (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+}) дәлелдейді (2-кесте).

Мыс бойынша ШРК-ның ең жоғарғы артуы 173,4 есе және мырыш бойынша 142 есе, Бұл Қаратал өзеніне тазартусыз төгілген зауыттың суындағы мыс пен мырыштың жоғары болуына байланысты. 2022 жылы Қаратал өзенінің суының жағдайы «өте лас» деп бағаланды, кестеге сәйкес СЛИ 14,94 құрайды. 1 және нормадан 7,5 есе асады.

Тау-кен өндіру комбинатының өндірістік ағындарын ауыр металдардан - Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} және басқа ластаушы заттардан тазарту үшін жұқа дисперсті қоспалар мен

эмульсияланған заттардың тұндыру үрдісі жеделдету - коагуляция әдісі қолданылды. Коагуляция нәтижесінде металл гидроксидтерінің үлпектері пайда болды (коллоидты және тоқтатылған бөлшектерді ұстау қабілеті бар), содан кейін олар гравитациялық күштердің әсерінен тұндырылды.

Кесте 2. Текелі тау-кен өндіру комбинатының қатты қалдытарынан шиналған аумақтағы Қаратал өзенінің суындағы ауыр металдардың (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+}) құрамы

Ауыр металдар	Ең жоғарғы мәні, мг/дм ³	Орташа мәні, мг/дм ³	Ең төменгі мәні, мг/дм ³	ШРК _{бш} *, есе		
				ең жоғарғы мәні, мг/дм ³	орташа мәні,	ең төменгі мәні,
Cu^{2+}	1,73400	0,017	0,00620	173,4	17,33	6,2
Pb^{2+}	1,5600	0,009	0,00050	15,6	0,09	0,005
Zn^{2+}	1,4200	1,146	0,00050	142	114,6	0,05
Cd^{2+}	0,00900	0,006	0,00008	1,8	1,2	0,02

*Ескерту: ҚР СанПиН 3.01.067.97 сәйкес ШРК мыс бойынша 0,001, мырыш бойынша 0,01, қорғасын бойынша 0,1 және кадмий бойынша 0,005 мг/дм³ құрайды.

Жоғары молекулалық қосылыстар өнеркәсіптік ағынды суларға қосылып, тоқтатылған бөлшектерді біріктіру кезінде флокуляция үрдісі жүзеге асырылады. Флокулянттарды қолдану коагулянттардың дозаларын азайтуға және коагуляция үрдісінің ұзақтығын төмендетуге, сондай-ақ пайда болған үлпектердің тұндыру жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Үлпектердің түзілу үрдісін күшейту және олардың тұндыру жылдамдығын арттыру үшін алюминий және темір гидроксидтері пайдаланылды [7].

Біз қолданған сорбциялық әдістер химиялық реагенттік әдістермен салыстырғанда 80%-ға дейін және одан жоғары өнеркәсіптік ағын суларды тазартудың жоғары дәрежесін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл әдістер адсорбенттердің дамыған бетіндегі заттардың жанасу сорбциясы процестеріне негізделген.

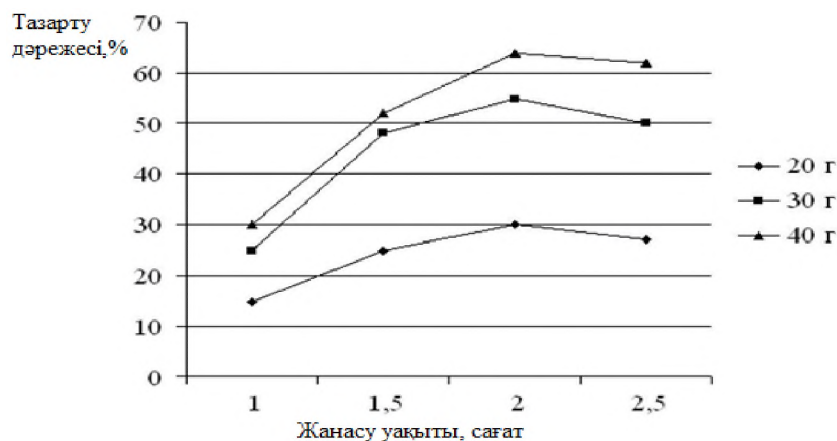
Ш.Б. Батталова, М.М. Кравченко [7, 8] зерттеулерінде кестеде көрсетілгендей, Лабасы кен орнының 14-ші қабатының бентонит-монтмориллониттеінің ең үлкен сорбциялық сыйымдылыққа ие екендігі теориялық және эксперименттік түрде дәлелденді. 3-кестеде көрсетілгендей, олардың мономинералды құрамы бар, монтмориллонит минералының мөлшері 90% жетеді [9].

Зерттеулерде Лабасы кен орнынан өндірілетін бентонит-монтмориллонит ауыр металдардан- Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} тау - кен өндіру кешенінің өнеркәсіптік ағынды суларын тазарту үшін пайдаланылды, ауыр металдардың модельдік ерітінділерін, сондай-ақ тау-кен өңдеу кешенінің мыс-мырыш және қорғасын концентраттарының қоюландырғыштары бар промстоктарды ағызуды қолдана отырып бірқатар эксперименттер жүргізілді. Тәжірибелер статикалық жағдайда, ортаның рН 7,5-тен 8,5-ке дейін жүргізілді.

Тәжірибелерде табиғи ылғалдылығы - 8%, белсенділігі арттырылмаған бентонит-монтмориллонит сорбенттің ағынды сумен жанасуының оңтайлы уақыты - 2 сағат, массасы 20 г/дм³, 30 г/дм³ және 40 г/дм³ болатын сорбент пайдаланылды (3-кесте); 1-сурет).

Кесте 3. Сорбенттің мөлшеріне байланысты өнеркәсіптік ағынды суларды тазарту нәтижелері

Ауыр металдың атауы	Сорбент массасы, г/дм ³	Бастапқы концентрация С _{бас} , г/дм ³	Қалдық концентрациясы С _{қал} құрамы, г/дм ³ байланыс уақыты кезінде, сағат				Тазарту дәрежесі α, % байланыс уақыты, сағат			
			1	1,5	2	2,5	1	1,5	2	2,5
Cu ²⁺	20	5	4,25	3,75	3,50	3,65	15	25	30	27
	30	5	3,75	2,40	2,25	2,50	25	48	55	50
	40	5	3,50	2,60	1,80	1,90	30	52	64	62
Pb ²⁺	20	4,48	3,36	1,34	2,91	3,00	25	30	35	33
	30	4,48	3,27	1,88	2,22	2,42	27	42	50,5	46
	40	4,48	2,78	2,42	1,50	1,79	38	54	66,5	60
Zn ²⁺	20	1,06	0,84	0,32	0,67	0,70	21	30	37	34
	30	1,06	0,78	0,41	0,56	0,60	26	39	47,1	43
	40	1,06	0,68	0,53	0,43	0,48	36	50	59	55



Сурет 1.

Өнеркәсіптік ағынды суарды Cu²⁺ иондарынан белсенділігі арттырылмаған сорбентпен тазарту дәрежесі

Сорбент пен өндірістік ағынды сулардың жанасу уақытының 2 сағаттан артық ұлғаюы тазарту дәрежесінің төмендеуіне әкеледі, өйткені десорбция үрдісі басталады. ШРК нормаларына жету үшін сорбенттің массасы 50-60 г-нан асуы керек. Ал тазарту дәрежесі (2) формула бойынша есептеледі.

$$\alpha = [(C_{\text{бас}} - C_{\text{қал}}) / C_{\text{бас}}] * 100\% \quad (2)$$

мұндағы С_{бас} - бастапқы ерітіндідегі ластанушы заттардың концентрациясы, мг/дм³

С_{қал} - ерітіндідегі ластанудың құрамы – қалдық концентрациясы, мг/дм³ [10, 11, 12].

Сорбциялық сыйымдылықты арттыру үшін «Магнафлок 10» флокулянтты мен алюмосиликат-бентонит-монтмориллонит қолдану арқылы эксперимент жүргізілді.

Құрғақ зат бойынша 20 г/дм³ бентонит-монтмориллониттің 14 қабаты, сорбенттің, флокулянттың және өнеркәсіптік ағынды судың жанасу уақытын 2 сағат пайдаланды. Эксперименттердің бірқатар нәтижелері 3-кестеде келтірілген (3-кесте).

3-кестенің нәтижелерін талдау 0,5 мг/дм³ флокулянтты және 20 г сорбентті қолданған кезде режимге сәйкес келетін ең жоғары тазарту дәрежесін 62,4% көрсетті. Сорбенттің массасы 40г дейін ұлғайған кезде тазарту дәрежесі 2,6%-ға өсті, өйткені бір мезгілде сорбция мен флокуляция процесінде физикалық шектеулер бар: флокулянттар ауыр металдар үшін қол жетімді тесіктерді бітеп тастайды.

Эксперимент нәтижелері 20 г/дм³ мөлшерінде бентонит-монтмориллонит және 0,5 мг/дм³ мөлшерінде «Магнафлок 10» флокулянттың қолдану мырыштан тазарту дәрежесі 66 %, мыстан - 70% және қорғасыннан - 72% құрайтынын көрсетті.

Флокулянт-сорбент композитті пайдаланған кезде мысты тазарту дәрежесі 0,5 г/дм³ флокулянт режимінде 70% және табиғи жағдайда 40 г/дм³ бентонит-монтмориллонит сияқты 20 г сорбентті құрайды.

Талқылау

Зерттеу кезеңінде Қаратал өзенінің ауыр металдармен (Cu²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺) ластану жағдайы өзен арналарының түбіндегі тұнбаларда ауыр металдардың жиналуына байланысты айтарлықтай өзгерген жоқ. СЛИ деңгейі «жоғары» телімдерде – «өте жоғары» деп бағаланды.

Қаратал өзенінің ластануы Текелі тау-кен өндіру комбинатының қызметіне де байланысты. Ағынды сулар мен дренаждық сулардың ластануы судың "өте лас" (6-ға тең) "өте лас" ластануына (7-ге тең) дейін ластану класына сәйкес келеді. Бұл Қаратал өзенінің солжақ саласы - Текелі өзенінің ластануына әкелді, оған ағынды сулар ағызылады, онда СЛИ "өте жоғары" ластану деңгейіне дейін жетеді.

Тәжірибе көрсеткендей, 20 г/дм³ мөлшерінде бентонит-монтмориллонитті және 0,5 мг/дм³ мөлшерінде «Магнафлок 10» флокулянттың қолдану мырыштың 66%, мыс - 70% және қорғасын - 72% тазарту дәрежесін жақсартады.

Осылайша, флокулянт-сорбент композит қолданылған кезде мысты тазарту дәрежесі 0,5 г/дм³ флокулянт режимінде 70% және 40 г/дм³ бентонит сияқты 20 г сорбентті құрайды.

Қорытынды

Зерттеуде өнеркәсіптік ағынды сулардың жер үсті су қоймаларына теріс әсерін азайту үшін маңызды ғылыми-тәжірибелік міндеттерді шешуді қамтамасыз ететін қышқыл-сілтілі белсенділігі арттырылған бентонит-монтмориллонитпен өнеркәсіптік ағынды суларды тазарту бойынша ғылыми негізделген технологиялық және экологиялық әзірлемелер сипатталған.

Ластану сипаты жүйеленген және олардың негізгілері ауыр металдар - қорғасын, мырыш, мыс екендігі анықталды. Ластануды бағалау судың ластану индексі бойынша орындалды.

Zn²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ т.б. ауыр металдардан - қышқыл-негіз бен белсенділігі арттырылған бентонит-монтмориллонитпен тазартудың сорбциялық технологиясының тиімділігін экологиялық-экономикалық тұрғыдан бағалау келтірілген.

Өнеркәсіп орындарын ауыр металдардан қышқыл-сілтілі активтендірілген бентониттермен тазартудың тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарының нәтижелері бойынша қоршаған ортаға теріс әсерді төмендетудің экологиялық-технологиялық ұсыныстары әзірленді.

Әдебиет:

1. Вода техногенная: проблемы, технологии, ресурсная ценность / [З.И. Шуленина, В.В. Багров, А.В. Десятов и др.]. - Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 401 с.
2. Адрышев А.К. Очистка промышленных сточных вод полиметаллических обогатительных фабрик природными сорбентами бентонитами Таганского месторождения [Текст] / А.К. Адрышев, Ж.К. Узденбаева // Тезисы докл. конф. «ИНТЕХМЕТ-2008». – СПб., 2008. - С. 108-109.
3. Малышкина Е.С., Вялкова Е.И., Осипова Е.Ю. Использование природных сорбентов в процессе очистки воды от нефтепродуктов. // Вестник Томского государственного архитектурно-

строительного университета. 2019; (1): 188-200. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-1-188-200>

4. Кроик А.А., Шрамко Н.Е., Белоус Н.В. Очистка сточных вод с применением природных сорбентов [Текст] / А.А. Кроик, Н.Е. Шрамко, Н.В. Белоус // Химия и технология воды. - 1999. - Т.21, № 3. – С.51- 65.
5. Зубков А.А., Шуленина З.М., Мелентьев Г.Б. Новое направление использования продуктов переработки вермикулита // Материалы Второй международной научной конференции 12-16 сентября 2015. Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2015. - С.76-78.
6. Батталова Ш.Б. Физико-химические основы получения и изменения катализаторов и адсорбентов из бентонитов [Текст] // Ш.Б. Батталова. - Алма-Ата, 1986. - С. 188.
7. Муздыбаева Ш.А. Глино-полимерные композиции для очистки шахтной воды от ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) [Текст] / Ш.А. Муздыбаева. – Алматы, 2004. – С.31
8. Кравченко М.М. Bentonites and zeolite tuffs – эффективные сорбенты для очистки промышленных сточных вод полиметаллических обогатительных фабрик [Текст] / М.М. Кравченко, А.А. Адрышев, Ж.К. Узденбаева // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. - Усть-Каменогорск, 2008. - С. 102-107.
9. Узденбаева Ж.К. Очистка промышленных сточных вод полиметаллических обогатительных фабрик природными сорбентами бентонитами Таганского месторождения [Текст] / Ж.К. Узденбаева // ИНТЕХМЕТ-2008: материалы международной конференции. – СПб., 2008. - С. 108-109.
10. I.M. Jetimov, Yessengabylov, Z. Maymekov, E. Tokpanov, S. Sydykbayeva, Zh. Imangazinova, G. Issayeva 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, ISSN 2224-5278, Volume 4, Number 442 (2020), 165-173, <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.97>
11. Узденбаева Ж.К. Геохимические нагрузки промстоков полиметаллических обогатительных фабрик на водную среду и методы их минимизации [Текст] / Ж.К. Узденбаева // «Известия вузов», г. Бишкек, 2011, №1. – С.47-51.
12. Джетимов М.А. Использование природных минеральных сорбентов для очистки питьевой воды от микробиологических загрязнений. // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования, г.Томбов, январь, 2015, ISSN 978-5-906766-80-9, стр. 47-51.

References:

1. Technogenic water: problems, technologies, resource value / [Z.I. Shulenina, V.V. Bagrov, A.V. Desyatov, etc.]. - Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2015. – 401 p.
2. Adryshev A.K. Purification of industrial wastewater from polymetallic processing plants using natural sorbents bentonites from the Taganskoe deposit [Text] / A.K. Adryshev, Zh.K. Uzdenbaeva // Abstracts of reports. conf. "INTEKHMET-2008". - St. Petersburg, 2008. - pp. 108-109.
3. Malyshkina E.S., Vyalkova E.I., Osipova E.Y. The use of natural sorbents in the process of water purification from petroleum products. Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2019; (1): 188-200. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-1-188-200>.
4. Kroik, A.A. Shramko N.E., Belous N.V. Wastewater treatment using natural sorbents [Text] / A.A. Kroik, N.E. Shramko, N.V. Belous // Chemistry and water technology. - 1999. - Т. 21, No. 3. - P. 51-65.
5. Zubkov A.A., Shulenina Z.M., Melentyev G.B. A new direction in the use of vermiculite processing products // Proceedings of the Second International Scientific Conference on September 12-16, 2015. Problems of rational use of natural and man-made raw materials of the Barents region in the technology of construction and technical materials. - Petrozavodsk: - 2015. - pp.76-78.
6. Battalova Sh.B. Physico-chemical basis for the production and modification of catalysts and adsorbents from bentonites [Text] // Sh.B. Battalova. - Alma-Ata, 1986. - P. 188.
7. Muzdybaeva, Sh.A. Clay-polymer compositions for purification of mine water from heavy metal ions (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) [Text] / Sh.A. Muzdybaeva. - Almaty, 2004. - P.31.
8. Kravchenko M.M. Bentonites and zeolite tuffs are effective sorbents for the purification of industrial wastewater from polymetallic processing plants [Text] / M.M. Kravchenko, A.A. Adryshev,

Zh.K. Uzdenbaeva // Bulletin of EKSTU named after. D. Serikbaeva. - Ust-Kamenogorsk, 2008. - P. 102-107.

9. Uzdenbaeva, Zh.K. Purification of industrial wastewater from polymetallic processing plants using natural sorbents bentonites from the Taganskoe deposit [Text] / Zh.K. Uzdenbaeva // INTEKHMET-2008: materials of the international conference. - St. Petersburg, 2008. - pp. 108-109.

10. M. Jetimov, Yessengabylov, Z. Maymekov, E. Tokpanov, S. Sydykbayeva, Zh. Imangazinova, G. Issayeva 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, ISSN 2224-5278, Volume 4, Number 442 (2020), 165-173, <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.97>

11. Uzdenbaeva Zh.K. Geochemical loads of industrial wastewater from polymetallic processing plants on the aquatic environment and methods for their minimization [Text] / Zh.K. Uzdenbaeva // "Izvestia of Universities", Bishkek, 2011, No. 1. – P.47-51.

12. Dzhetimov M.A., Use of natural mineral sorbents for purification of drinking water from microbiological contaminants. Theoretical and applied issues of science and education, Tombov, January, 2015, ISSN 978-5-906766-80-9, pp. 47-51/