

**СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ
ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ
WATER, LAND AND FOREST RESOURCES**

ГТАХР 70.25.17

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/40>

Д.Ә. Тлеш, Б.Халхабай, А.Х. Хойшиев, М.М. Байарыстанов*

*«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ,
Алматы, Қазақстан, tilesh.dulat@mail.ru*, k.bostandik@mail.ru, amirxan1979@mail.ru,
bayaristanov@gmail.com*

ШАХТА СУЛАРЫН ТИІМДІ ТАЗАРТУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа

Шахтадан ағызылатын су әртүрлі дәрежеде қалқымалы заттармен, еріген минералдармен, бактериялық қоспалармен ластанады сондықтан халық шаруашылығында толық пайдаланылуы және алдын-ала тазартылмай су объектілеріне ағызылуы мүмкін емес.

Шахта суларының ластануының ең көп тараған түрі-қалқыма заттар. Олар шахтаның жұмыс айналасынан жер бетіне шығарылатын барлық шахта суларында белгілі бір мөлшерде болады. Нәтижесінде қалқыма заттарды жою бейтарап және сілтілі шахта суларын тазартудың негізгі түрі және тұщы шахта суларын тазартудың бірінші кезеңі болып табылады.

Бұл жұмыста тәжірибелік зерттеулер мен шахталық суларды тазарту бойынша салалық кәсіпорындарда жинақталған тәжірибені жалпылау негізінде ең тиімді және үнемді әдістер мен құрылымдар таңдалды. Салынып жатқан және қайта құрылып жатқан шахталарда кеңінен қолдану үшін шахта суларын тазалаудың технологиялық схемалары ұсынылды. Шахта суларын тазалаудың қазіргі қолданыстағы тұндырғыш-тоған түріндегі бірнеше нұсқалары көрсетілді.

Мақалада шахта суларын қалқыма заттардан тиімді тазарту технологиялары және әдістері көрсетілген. Технологиялық схема бойынша тазарту құрылыстары қалқыма заттардан және нейтралды шахталық суды зарарсыздандыруға арналған, оның рН мәні 6,5-8,5 аралығында. Бастапқы шахталық суда қалқыма заттардың жалпы концентрациясы шектелмейді, гидравликалық ірілігі 0,05 мм/с кем болмауы тиіс және 50 мг/л-ден аспауы керек. Сондай-ақ тазалау технологиялары шахталық судың артық көлемін ағызу нәтижесінде су қоймаларының ластануын болдырмау мақсатында іске асырылады.

Кілт сөздер: шахта суы, қалқыма заттар, коагулянт, флокулянт, коли индекс, коли титр, тұндырғыш тоған.

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].

Су экожүйенің ең маңызды элементтерінің бірі болып табылады. Су ресурстары жалпы қоғам үшін, атап айтқанда өнеркәсіп, ауылшаруашылық қызметі және тұрмыстық қажеттіліктер үшін маңызды әлеуметтік-экономикалық мәселелердің дамуына ықпал етеді [2].

Тау-кен өнеркәсібі әлемдік экономикаға айтарлықтай үлес қосады. Минералды ресурстарды өндіру және тазарту процесі пайдаланғаннан кейін қоршаған ортаға шығарылатын судың үлкен көлемін қажет етеді. Сарқынды суларда әдетте флотациялық реагенттер және металл иондары сияқты бейорганикалық ластанушы заттар сияқты улы органикалық ластанушы заттардың жоғары деңгейі болады, олар әдетте Дүниежүзілік Денсаулық Сақтау Ұйымының (ДДҰ) бекіткен шегінен асып түседі. Қолданыстағы

Зерттеу материалдары мен әдістемелері

Шахта суларын қалқыма заттардан тазартудың және зарарсыздандырудың технологиялық схемасын таңдау және тазарту қондырғыларының технологиялық жобасын әзірлеу үшін келесі бастапқы деректер қажет:

1. Шахта суының және бірге тазартылған өнеркәсіптік сарқынды суларды алу көлемі мен тәуліктік графигі.
2. Шахталық және өндірістік сарқынды сулардың физика-химиялық құрамы.
3. Тазартылмаған және тазартылған шахта суын тұтынушылардың тобы, суды тұтыну көлемі мен тәуліктік кестесі, тұтынушылардың су сапасына қоятын талаптары.
4. Су объектілеріне ағызылатын шахталық сулардың сапасына су қорын қорғау органдарының талаптары.
5. Тазалау кезінде пайда болған шахта сулары мен шөгінділердің технологиялық зерттеулерінің нәтижелері (қалыпты заттардың тұнбалық сипаттамалары, реагенттердің түрлері мен тиімді дозалары, суды сүзу сипаттамалары, шөгінділердің параметрлері, зарарсыздандыруға арналған хлор мөлшері).
6. Тазалау құрылыстарын орналастыру үшін бос аумақтың болуы [6].

Бастапқы деректерді жобалау ұйымына кәсіпорын немесе өндірістік бірлестік ұсынады. Жұмыс істеп тұрған шахталардың шахталық және өндірістік сарқынды суларының көлемі туралы мәліметтер, кәсіпорынды кеңейту, технологияны жетілдіру, тау-кен жұмыстарының жағдайлары мен қауіпсіздігін жақсарту, жаңа көкжиектерді ашу және шахта алаңының жаңа учаскелерін игеру нәтижесінде олардың өзгеру перспективаларын ескеруі тиіс. Шахта сулары ағындарының маусымдық ауытқуларының шектері мен ұзақтығы да көрсетілуі тиіс [7].

Шахта суларының физика-химиялық құрамы кемінде үш талдау бойынша анықталады. Қалқыма заттардың концентрациясы жобалауға тапсырма беру мерзімінің алдындағы жыл ішінде алынатын шахта суының ай сайынғы сынамаларын талдау нәтижелері бойынша айқындалады. Қажетті көрсеткіштерге мыналар жатады: қалқыма заттар, мұнай өнімдері, РН, жалпы және карбонатты қаттылық, жалпы және бикарбонатты сілтілік, жалпы минералдану (немесе құрғақ қалдық), хлоридтер, сульфаттар, кальций, магний, натрий және калий, темір, бос көмірқышқыл газы, ОБҚ, еріген оттегі, коли-титр. Физика-химиялық талдаулардың нәтижелері бойынша суды тазарту қажет болатын көрсеткіштердің тізбесі және оның бетон мен темірбетонға қатысты агрессивтілік дәрежесі белгіленеді [8].

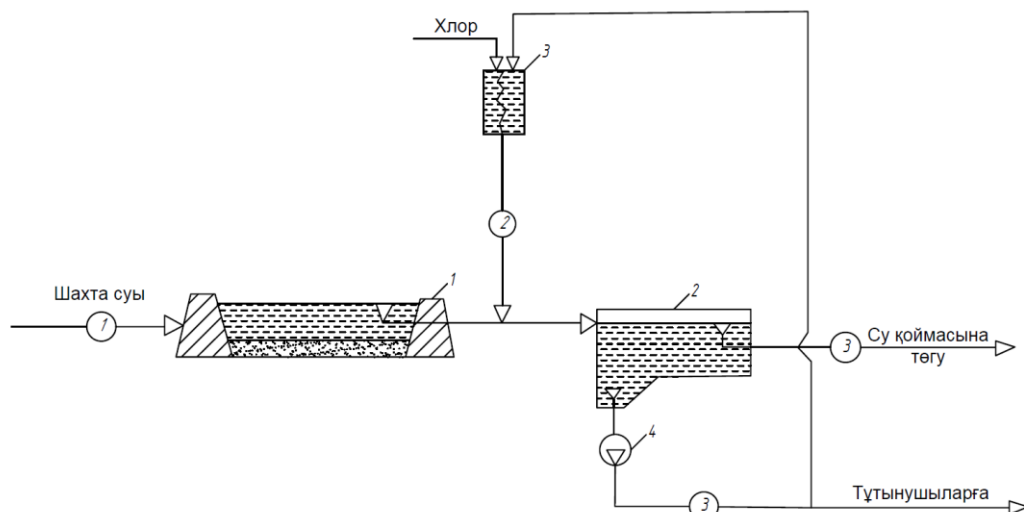
Тазарту құрылыстарының жобалары ауыз су мен техникалық тұщы судың шығынын қысқарту, су айдындарына ағызу көлемін азайту және ауыз су мен тұщы техникалық суды үнемдеу есебінен шахта суларын тазартуға жұмсалатын шығындардың бір бөлігін өтеу мақсатында шахтаның және көршілес кәсіпорындардың өндірістік мұқтаждарына тазартылмаған және тазартылған шахта суларын пайдаланудың экономикалық тұрғыдан тиімділігі ескерілуі тиіс. Су тұтынушылардың тізбесі, су тұтыну көлемі және қолданылатын технология мен жабдық түрлерін ескере отырып, су сапасына қойылатын талаптар тазартылатын шахта суларының физика-химиялық құрамымен байланыстыра отырып, әрбір нақты жағдайда жеке айқындалады [9].

Су айдындарына төгілетін шахта суларының сапасына қойылатын талаптар оны пайдаланудың ерекшеліктері мен оны болашақта пайдалану мүмкіндігін ескере отырып айқындалады.

Зерттеу нәтижелері және талдау

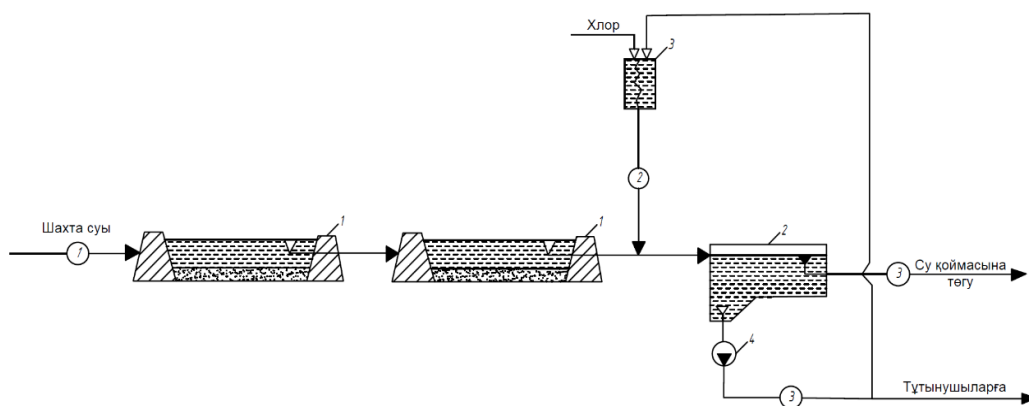
Тұндырғыш тоғандарды пайдалана отырып, шахта суын тазартудың технологиялық сұлбасы бойынша тазарту құрылыстары шахта суларын қалқыма заттардан тазартуға және оған көршілес кәсіпорындардың өндірістік қажеттіліктеріне пайдалану мақсатында зарарсыздандыруға, сондай-ақ шахта суының артық көлемін төгу нәтижесінде су айдындарының ластануын болдырмауға арналған [10].

Технологиялық сұлбаны төрт негізгі нұсқада қолдануға болады (сурет 2,3,4,5)



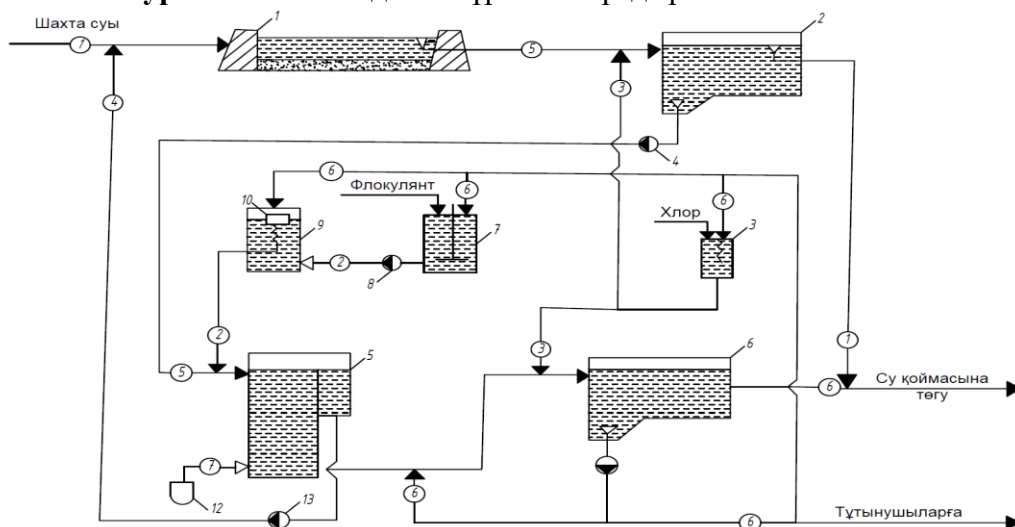
1-ші нұсқа. 1-тұндырғыш тоған; 2 - тазартылған су резервуары; 3 - хлоратор; 4 - сорап;
 ①-бастапқы шахта суы; ② – хлорлы су; ③ – тазартылған шахта су.

Сурет 2. Үлкен сыйымдылығы бар бір тұндырғыш -тоған



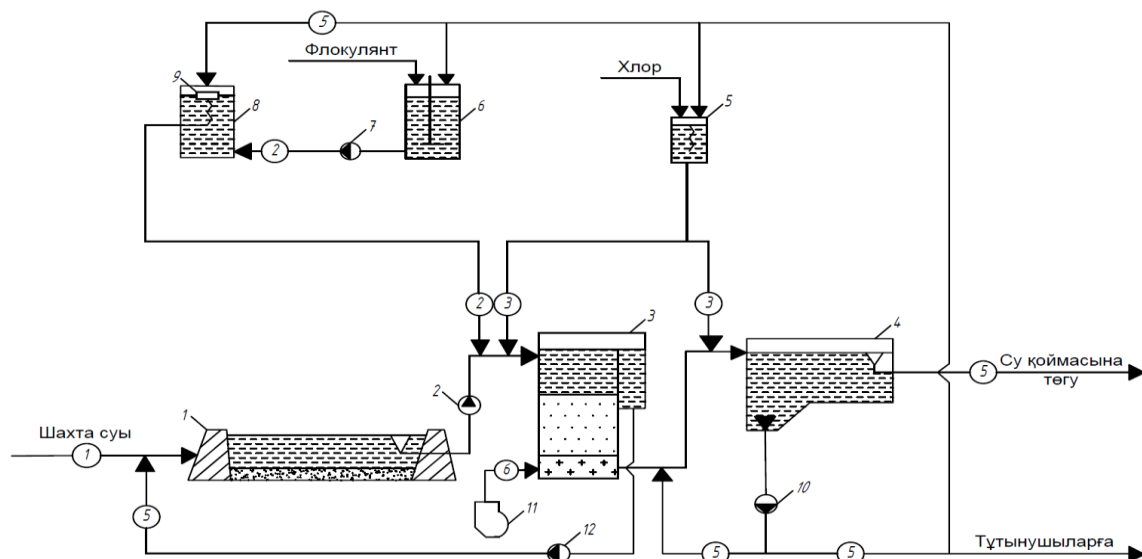
2-ші нұсқа. 1-тұндырғыш тоғандар; 2 - тазартылған су резервуары; 3 - хлоратор; 4 - сорап;
 ①-бастапқы шахта суы; ② – хлорлы су; ③ – тазартылған шахта суы

Сурет 3. 2-3 каскадтан тұратын тұндырғыш - тоған



3-ші нұсқа. 1-тұндырғыш тоған; 2 - контактілі су резервуары; 3 - хлоратор; 4,8,11,13 - сорап;
 5- жылдам сүзгі; 6- тазартылған су резервуары; 7- флокулянтты ерітіндіге арналған резервуар; 9-
 флокулянтты шығын багі; 10-қалқымалы дозатор; 12- ауаны үрлеуші;
 ①-бастапқы шахта суы; ② – флокулянт ерітіндісі; ③- хлорлы су; ④-
 жуылған су; ⑤- тазартылған су; ⑥ – тазартылған шахта су; ⑦- ауа.

Сурет 4. Тұндырғыш-тоған және оның бір бөлігі үшін жылдам сүзгілер



4-ші нұсқа. 1-тұндырғыш тоған; 2,7,10,12 - сораптар; 3 – жылдам сүзгі; 4 – таза су резервуары; 5-хлоратор; 6- флокулянтты араластыру багі; 8- флокулянтты ерітіндіге арналған резервуар; 9-қалқымалы дозатор; 11- ауаны үрлеуші.

① -бастапқы шахта суы; ② – флокулянт ерітіндісі; ③ – хлорлы су; ④ - жуылған су; ⑤ - тазартылған шахта су; ⑥ - ауа.

Сурет 5. Тұндырғыш-тоған және бүкіл ағын үшін жылдам сүзгілер

Құрамындағы қалқыма заттар бойынша тазартылған судың техникалық қол жеткізілетін сапасы:

- 1 нұсқа бойынша– 30-50 мг/л артық емес;
- 2 нұсқа бойынша – 20-30 мг/л артық емес;
- 3 нұсқа бойынша – 10-20 мг/л артық емес;
- 4-нұсқа бойынша – 5 мг/л артық емес.

Тазартылған судың бактериологиялық көрсеткіштері: коли индексі 3-тен аспайды, коли титрі 300-ден төмен емес. Тазарту құрылыстарының өнімділігінің мөлшері шектелмейді.

1-нұсқада қысымды немесе өздігінен ағатын құбыр арқылы шахта суы үлкен сыйымдылықтағы I тоған-тұндырғышқа беріледі, онда тұндырылады және зарарсыздандыру үшін 2 контактілі резервуарға құйылады. Шахта суының құбырына ол таза су резервуарына түсер алдында хлораторда дайындалатын хлор суы енгізіледі 3. Таза резервуарынан тазартылған су шахтаның өндірістік қажеттіліктеріне, тазарту құрылыстарының өз қажеттіліктеріне пайдаланылады және су айдынына төгіледі.

2-нұсқада қысымды немесе өздігінен ағатын құбыр арқылы шахталық су 2-4 жартылай бөлінген тоған-тұндырғышқа беріледі, олардағы қалқыма заттардан тазартылады және зарарсыздандыру үшін 2 байланыс резервуарына түседі. Шахта суының құбырына ол байланыс резервуарына түсер алдында хлораторда дайындалатын хлорлы су енгізіледі 3. Контактілі резервуардың тазартылған суы шахтаның өндірістік қажеттіліктеріне, тазарту құрылыстарының өз қажеттіліктеріне пайдаланылады және су айдынына төгіледі. Контактілі резервуар ретінде каскадтағы соңғы сорғы тоғанын пайдалануға болады.

3-нұсқада шахта суы арын немесе гравитациялық құбыр арқылы 1-ші тоған-тұндырғышқа беріледі, онда 30-50 мг/л дейін тұндырылады және зарарсыздандыру үшін 2 байланыс резервуарына түседі. Шахта суының құбырына ол байланыс резервуарына түсер алдында хлораторда дайындалатын хлор суы енгізіледі 3. Контактілі резервуардағы судың бір бөлігі 4 сорғымен қалқыма заттардың концентрациясы 5 мг/л-ден аспайтындай етіп тазарту үшін 5 жылдам ашық сүзгілерге беріледі. Сүзгілерде тазартудан өткен шахта суы хлорлы сумен құбырда араластырылады және тазартылған су резервуарына 6 жіберіледі. Тазартылған су шахтаның әртүрлі өндірістік қажеттіліктеріне және тазарту қондырғыларының өзіндік

қажеттіліктеріне қолданылады. Таза су резервуарынан артық тазартылған су құю құбыры арқылы бұрылады және байланыс резервуарындағы су сияқты құбыр немесе ашық канал арқылы су қоймасына төгіледі. Суды тазарту сапасын арттыру мақсатында оны сүзу флокулянт (ПАА) ерітіндісімен алдын ала өңдеумен жүргізіледі. Флокулянттың концентрацияланған ерітіндісін дайындау механикалық араластырумен 7 ерітінді бағында жүргізіледі. Ерітінді бағынан флокулянттың концентрацияланған ерітіндісі 8 сорғымен 9 шығыс бағына айдалады, онда сұйылтылады және сүзгілерге түсер алдында тазартылатын шахта суына дейін қалқыма мөлшерлегіштің көмегімен мөлшерленеді. Сүзгілерді жуу 6-резервуардан тазартылған шахта суымен арнайы сорғы II көмегімен және үрлегіштен ауамен 12 жүргізіледі. Ластанған жуу суы 13 сорғымен бастапқы шахта суымен бірге тұндырғыш тоғанға тазартуға беріледі. Тазартуға дейінгі сүзгілерге жіберілетін судың мөлшері шахтаның өндірістік қажеттіліктеріне, тазарту құрылыстарының өзіндік қажеттіліктеріне және су қоймасына ағызуға жататын судың сапасына қойылатын талаптарға байланысты өлшенген заттардың құрамы бойынша есептеумен анықталады.

4-нұсқада қысымды немесе өздігінен ағатын құбыр арқылы шахта суы тұндырғыш тоғанға I түседі, онда тұндырылады және 2 сорғымен 3 жылдам ашық сүзгілерге беріледі. Сүзгілерге түсер алдында шахта суын тазарту сапасын арттыру үшін оны флокулянт (ПАА) ерітіндісімен өңдеуге болады және 5-хлораторда дайындалған хлорлы сумен араластырылады және зарарсыздандыру үшін 4 тазартылған су резервуарына жіберіледі. Резервуардан тазартылған су шахтаның өндірістік қажеттіліктеріне және тазарту қондырғыларының өз қажеттіліктеріне пайдаланылады. Судың артық мөлшері резервуарға төгіледі [11].

Технологиялық схеманың артықшылықтары:

- шахта салаларының кең ауқымында қолдануға болады;
- 3 және 4 нұсқалар қалқыма заттардың бастапқы концентрациясына қарамастан тазартылған шахта суының жоғары сапасын қамтамасыз етеді, бұл оны кәсіпорындардың өндірістік қажеттіліктеріне кеңінен пайдалануға мүмкіндік береді;
- жоғары сапалы тазартуға қол жеткізу үшін реагентті шаруашылықты жеңілдететін бір реагентті (әдетте флокулянтты) қолдану жеткілікті;
- үлкен пайдалану шығындарын қажет етпейді;
- тазарту құрылыстарын (I және 2 нұсқаларының ерекшелігі) салу және пайдалану оңай, меншікті капиталды пайдалану шығындарының ең төмен деңгейімен сипатталады.

Технологиялық схеманың кемшіліктері:

- тұндырғыш тоғандарды орналастыру үшін тазарту қондырғыларының алаңынан аз қашықтықта айтарлықтай бос аумақ қажет;
- реагентсіз тұндыруға жауап бермейтін бастапқы шахта суындағы қалқыма заттардың жұқа фракцияларының құрамы 30-50 мг/л-мен шектелген [12,13].

Қорытынды

Тұндырғыш тоғандары бар технологиялық схеманы шахта суларын тазарту үшін тиімді қолдануға болады, онда қалқыма заттар жақсы тұну қасиеттерге ие, яғни кинетикалық тұрақсыз және химиялық реагенттерді енгізбестен коагуляцияға қабілетті. Бұл жағдайда бастапқы судағы қалқыма заттардың жалпы мөлшері әртүрлі болуы мүмкін және тазарту сапасына айтарлықтай әсер етпейді.

Барлық технологиялық схемаларда шахта суларын қалқыма заттардан алдын ала тазарту және тиімді реагентті (сұйық хлор) қолдану есебінен шахта суларын сенімді зарарсыздандыру қамтамасыз етіледі. Тазартылған судың коли-индексі 3 - тен аспайды, ал колли-титр 300-ден кем емес. Ең тиімді нұсқа 4-ші тұндырғыш тоғанда. Ондағы қалқыма заттар көлемі 5 мг/л артық емес.

Бұл технологиялық схеманы қолданудың ең ұтымды саласы-табиғи күйінде жоғары кинетикалық және агрегативті тұрақтылықпен сипатталатын, бірақ химиялық реагенттердің әсерінен коагуляцияға жақсы қабілеті бар қалқыма заттардың үлкен бастапқы құрамы бар шахта сулары болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Джетимов, М.А, Ыбраймжанова, Л.К, Камбарова, Э.А, Игембаева, А., Абаева, К.А, Тажетдинов, Н.Д (2024). Очистка сточных вод модифицированными природными сорбентами. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 316–326. <https://doi.org/10.37884/4-2024/33>
- 2 N.K. Kortei, M.E. Heymann, E.K. Essuman, F.M. Kpodo, P.T. Akonor, S.Y. Lokpo, N.O. Boadi, M. Ayim-Akonor, C. Tettey, Health risk assessment and levels of toxic metals in fishes (*Oreochromis nolticus* and *Clarias anguillaris*) from Ankobrah and Pra basins: impact of illegal mining activities on food safety, *Toxicol. Reports*. 7 (2020) 360–369, <https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2020.02.011>
- 3 M. Hosseinpour, M. Osanloo, Y. Azimi, Evaluation of positive and negative impacts of mining on sustainable development by a semi-quantitative method, *J. Clean. Prod.* 366 (2022) 132955, <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.132955>
- 4 Mike Agbesi Acheampong, Ebenezer David Okwaning Ansa, low-cost technologies for mining wastewater treatment, *J. Environ. Sci. Eng. B.* 6 (2017), <https://doi.org/10.17265/2162-5263/2017.08.001>
- 5 Баринов М.Ю., Щербаков С.А., Терентьева А.А. Опыт-промышленные испытания очистки шахтных вод // Строительство-2009: материалы юбилейной международной науч.-практич. конф. Ростов н/Д: РГСУ, 2009. С. 62—65
- 6 Шитова В.О., Фарносова Е.Н., Каграманов Г.Г. Разработка мембранной технологии очистки шахтных вод / Фаткуллин З.З., Шитова В.О., Фарносова Е.Н., Каграманов Г.Г. // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т. 29, № 2 (161). – С. 110-112
- 7 Щадов В.М., Агапов А.Е., Каплунов Ю.В., Навитний А.М. Научно-технические разработки по охране водных ресурсов и очистке сточных вод в угольной промышленности: Обзор. – М., 2003. – 116 с.
- 8 S. Meibner, The impact of metal mining on global water stress and regional carrying capacities—a gis-based water impact assessment, *Resources* 10 (2021) 120, <https://doi.org/10.3390/RESOURCES10120120/S1>.
- 9 Pinto PX, Al-Abed SR, Balz DA, Butler BA, Landy RB, Smith SJ. Bench-scale and pilot-scale treatment technologies for the removal of total dissolved solids from coal mine water: a review. *Mine Water Environ* 2016;35:94–112. <https://doi.org/10.1007/s10230-015-0351-7>.
- 10 Runtti H, Tolonen ET, Tuomikoski S, Luukkonen T, Lassi U. How to tackle the stringent sulfate removal requirements in mine water treatment—A review of potential methods. *Environ Res* 2018;167:207–22. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.07.018>.
- 11 Foudhaili T, Lefebvre O, Coudert L, Neculita CM. Sulfate removal from mine drainage by electrocoagulation as a stand-alone treatment or polishing step. *Miner Eng* 2020;152:106337. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106337>.
- 12 Xin Wang, Zhimin Xu, Yajun Sun, Jieming Zheng, Chenghang Zhang, Zhongwen Duan. Construction of multi-factor identification model for real-time monitoring and early warning of mine water inrush. *International Journal of Mining Science and Technology* 31 (2021), 853-866.
- 13 Неверов, Е. Н. Анализ современных методов и технологий промышленной водоочистки / Е. Н. Неверов, А. К. Горелкина, Р. Ю. Схаплок // Ползуновский вестник. 2023. № 3. С. 215-225. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.30.

References

- 1 Dzhetimov, M.A, Y`brajmzhanova, L.K, Kambarova, E`.A, Igembaeva, A., Abaeva, K.A, Tazhetdinov, N.D (2024). Ochistka stochny`x vod modifitsirovanny`mi prirodny`mi sorbentami. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 316–326. <https://doi.org/10.37884/4-2024/33>
- 2 N.K. Kortei, M.E. Heymann, E.K. Essuman, F.M. Kpodo, P.T. Akonor, S.Y. Lokpo, N.O. Boadi, M. Ayim-Akonor, C. Tettey, Health risk assessment and levels of toxic metals in fishes (*Oreochromis nolticus* and *Clarias anguillaris*) from Ankobrah and Pra basins: impact of illegal mining activities on food safety, *Toxicol. Reports*. 7 (2020) 360–369, <https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2020.02.011>

3 M. Hosseinpour, M. Osanloo, Y. Azimi, Evaluation of positive and negative impacts of mining on sustainable development by a semi-quantitative method, J. Clean. Prod. 366 (2022) 132955, <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.132955>

4 Mike Agbesi Acheampong, Ebenezer David Okwaning Ansa, low-cost technologies for mining wastewater treatment, J. Environ. Sci. Eng. B. 6 (2017), <https://doi.org/10.17265/2162-5263/2017.08.001>

5 Barinov M.Yu., Shherbakov S.A., Terent`eva A.A. Opy`tno-promy`shlenny`e ispy`taniya ochistki shaxtny`x vod // Stroitel`stvo-2009: materialy` yubilejnoj mezhdunarodnoj nauch.-praktich. konf. Rostov n/D: RGSU, 2009. S. 62—65

6 Shitova V.O., Farnosova E.N., Kagramanov G.G. Razrabotka membrannoj texnologii ochistki shaxtny`x vod / Fatkullin Z.Z., Shitova V.O., Farnosova E.N., Kagramanov G.G. // Uspexi v ximii i ximicheskoj texnologii. – 2015. – T. 29, № 2 (161). – S. 110-112

7 Shhadov V.M., Agapov A.E., Kaplunov Yu.V., Navitnij A.M. Nauchno-texnicheskie razrabotki po oxrane vodny`x resursov i ochistke stochny`x vod v ugol`noj promy`shlennosti: Obzor. – M., 2003. – 116 s.

8 S. Meibner, The impact of metal mining on global water stress and regional carrying capacities—a gis-based water impact assessment, Resources 10 (2021) 120, <https://doi.org/10.3390/RESOURCES10120120/S1>.

9 Pinto PX, Al-Abed SR, Balz DA, Butler BA, Landy RB, Smith SJ. Bench-scale and pilot-scale treatment technologies for the removal of total dissolved solids from coal mine water: a review. Mine Water Environ 2016;35:94–112. <https://doi.org/10.1007/s10230-015-0351-7>.

10 Runtti H, Tolonen ET, Tuomikoski S, Luukkonen T, Lassi U. How to tackle the stringent sulfate removal requirements in mine water treatment—A review of potential methods. Environ Res 2018;167:207–22. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.07.018>.

11 Foudhaili T, Lefebvre O, Coudert L, Neculita CM. Sulfate removal from mine drainage by electrocoagulation as a stand-alone treatment or polishing step. Miner Eng 2020;152:106337. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106337>.

12 Xin Wang, Zhimin Xu, Yajun Sun, Jieming Zheng, Chenghang Zhang, Zhongwen Duan. Construction of multi-factor identification model for real-time monitoring and early warning of mine water inrush. International Journal of Mining Science and Technology 31 (2021), 853-866.

13 Neverov, E. N. Analiz sovremenny`x metodov i texnologij promy`shlennoj vodoochistki / E. N. Neverov, A. K. Gorelkina, R. Yu. Sxaplok // Polzunovskij vestnik. 2023. № 3. S. 215-225. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.30.

Д.Ә. Тлеш*, Б. Халхабай, А.Х. Хойшиев, М.М. Байарыстанов

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сампаева», Алматы, Казахстан; tilesh.dulat@mail.ru*, k.bostandik@mail.ru; amirxan1979@mail.ru; bayaristanov@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД

Аннотация

Вода сбрасываемая из шахты, в разной степени загрязнена плавучими веществами, растворенными минералами, бактериальными примесями, поэтому не может быть полностью использована в народном хозяйстве и отведена в водные объекты без предварительной очистки.

Наиболее распространенной формой загрязнения шахтных вод являются поплавки. Они присутствуют в определенном количестве во всех шахтных водах, которые выбрасываются на поверхность из рабочей среды шахты. В результате удаление взвешенных веществ является основной формой очистки нейтральных и щелочных шахтных вод и первым этапом очистки пресных шахтных вод.

В данной работе были выбраны наиболее эффективные и экономичные методы и структуры на основе практических исследований и обобщения накопленного опыта на

отраслевых предприятиях по очистке шахтных вод. Для широкого применения на строящихся и реконструируемых шахтах предложены технологические схемы очистки шахтных вод. Было продемонстрировано несколько вариантов очистки шахтных вод в виде существующего отстойника-пруда.

В статье представлены технологии и методы эффективной очистки шахтных вод от поплавокых веществ. Очистные сооружения по технологической схеме предназначены для обеззараживания от взвешенных веществ и нейтральной шахтной воды со значением pH от 6,5 до 8,5. Общая концентрация взвешенных веществ в исходной шахтной воде не ограничивается, гидравлическая крупность не должна быть менее 0,05 мм/с и не должна превышать 50 мг/л. Также технологии очистки реализуются с целью предотвращения загрязнения водоемов в результате сброса избыточного объема шахтной воды.

Ключевые слова: шахтная вода, взвешенные вещества, коагулянт, флокулянт, коли-индекс, коли-титр, отстойник.

D.A. Tlesh*, B. Khalkhabay, A.N. Khoishiyev, M.M. Baiarystanov

¹NPJSC K.I. Satbayev Kazakh National Research Technical University”, Almaty, Kazakhstan; tlesh.dulat@mail.ru*, k.bostandik@mail.ru; amirxan1979@mail.ru; byaristanov@gmail.com

TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF EFFECTIVE MINE WATER TREATMENT

Abstract

The water discharged from the mine is contaminated to varying degrees with floating substances, dissolved minerals, and bacterial impurities, so it cannot be fully used in the national economy and diverted to water bodies without prior treatment.

The most common form of mine water pollution is floats. They are present in a certain amount in all mine waters that are discharged to the surface from the working environment of the mine. As a result, the removal of suspended solids is the main form of purification of neutral and alkaline mine waters and the first stage of purification of fresh mine waters.

In this paper, the most effective and economical methods and structures were selected based on practical research and generalization of accumulated experience at industry enterprises for mine water treatment. Technological schemes for mine water treatment have been proposed for widespread use in mines under construction and reconstruction. Several options for mine water treatment in the form of an existing pond were demonstrated.

The article presents technologies and methods of effective purification of mine waters from float substances. Treatment facilities according to the technological scheme are designed for disinfection of suspended solids and neutral mine water with a pH value from 6.5 to 8.5. The total concentration of suspended solids in the source mine water is not limited, the hydraulic fineness should not be less than 0.05 mm/s and should not exceed 50 mg/ l. Purification technologies are also being implemented to prevent contamination of water bodies as a result of the discharge of excess mine water.

Key words: mine water, suspended solids, coagulant, flocculant, coli-index, coli-titer, settling tank.