

Маньковський В.Л., магістр спеціальності 101 Екологія

Науковий керівник: Миронова І.Г., к.т.н., доцентка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ШАХТНИХ ВОД В УМОВАХ ШАХТИ «ЦЕНТРАЛЬНА» ДП «МИРНОГРАДВУГІЛЛЯ»

Україні належать провідні позиції у світі з видобутку вугілля, залізних і марганцевих руд, титану, графіту, каоліну тощо. Добування цих сировинних ресурсів здійснюється підземним і відкритим способами. При цьому в значних кількостях утворюються як шахтні так і кар'єрні води. З вугільних шахт у нашій країні щорічно відкачують понад 1 км³ шахтних вод. Постійний перехід гірничих робіт на більш глибокі горизонти призводить до збільшення обсягів і забруднення різними речовинами шахтних вод. Крім забруднення механічними і органічними домішками шахтні води характеризуються високим солевмістом, що обмежує їх комплексне використання у промисловості без належного очищення, а також представляє реальну небезпеку забруднення поверхневих і підземних вод. Масштабне надходження таких вод у природні водотоки і водойми, їх інфільтрація в перші від поверхні підземні водоносні горизонти призводить до відчутних негативних наслідків – змін гідрологічного і гідрохімічного режиму природних і штучних водних об'єктів, їх замулення, засмічення і забруднення, погіршення умов водокористування, деградації поливних земель тощо [1].

Найбільше шахтних вод скидається у поверхневі водні об'єкти Донецького регіону, що призводить до екологічного напруження. Це зумовлюється тим, що шахтні води не відповідають нормативним показникам охорони природних водних об'єктів щонайменше за чотирма критеріями: висока мінералізація (понад 1 г/дм³ – всі шахти, до 3 г/дм³ – 60 % шахт, більше 3 г/дм³ – 40 % шахт), через що у водойми і річки щорічно надходить близько 2 млн т розчинених мінеральних солей; забрудненість завислими речовинами (90–100 мг/дм³), що спричиняє замулювання водойм і водотоків; бактеріальна забрудненість; підвищений вміст важких металів (їх концентрації перевищують гранично допустимі в 1,5–15 разів) [2].

Шахта «Центральна» входить до ДП «Мирноградвугілля». Розташована у місті Мирноград. Шахта відкачує великий об'єм шахтних вод – 700 м³/год, які забруднені завислими речовинами, органічними домішками та мінеральними солями. Через те, що в процесі проникнення поверхневих і підземних вод у вироблений простір і гірничі виробки, вода активно взаємодіє з гірськими породами, рудничною атмосферою тощо. Відбувається розчинення у воді різних мінералів, збагачення води сторонніми домішками, що змінює її хімічний склад (мінералізацію). Крім того, взаємодіючи з обладнанням, через витікання мастила з машин і механізмів, природні води додатково забруднюються нафтопродуктами. Їх скидання в наземну гідрографічну мережу спричиняє відчутне замулення, засолення та закислення водойм і водотоків, дестабілізуючи тим самим екологічну рівновагу навколишнього природного середовища регіону. Недосконале очищення забруднює як водний басейн р. Сіверський Донець, куди скидаються всі шахтні води, так і погано очищує воду на потреби шахти, що потребує великої витрати питної води [3].

У роботі вирішується дві задачі:

- зниження забруднення водного басейна стічними водами шахти «Центральна»;
- зменшення використання питної води для господарсько-побутових потреб використовуючи технічну очищену воду.

Для удосконалення очищення шахтних вод пропонується використовувати комплексну установку, яка повинна працювати тільки на основних вузлах, призначених для одержання прісної води із сульфатно-хлоридних вод і мінеральних речовин, придатних для використання в народному господарстві, та вибіркового виділення кальцієвих і магнезійних солей. Передбачається подавати воду з горизонту 217 м окремого водозбірника.

Основними процесами очищення є іонний обмін, за допомогою якого вода пом'якшується, і електродіаліз – опріснення води [4]. Початкова вода, що містить частинки вугілля і породи, спрямовується на вузол видалення завислих речовин. Далі освітлена вода подається на вузол декарбонізації, де відбувається виділення основної частини кальцію. Остаточне видалення кальцію відбувається на вузлі іонного обміну, необхідного для запобігання утворенню гіпсу в апаратах концентрування. Особливості вузла – застосування для регенерації фільтрів кухонної солі, одержуваної з шахтних вод, а також вапняно-содове пом'якшення відпрацьованого регенераційного розчину, що дає змогу повторно використовувати розсіл. Осад, що утворюється під час пом'якшення, підлягає утилізації.

Пом'якшена вода подається на вузол, де вона опріснюється електродіалізом. Отриманий розсіл складається з суміші хлориду і сульфату натрію, розділення яких здійснюється за допомогою виморожування. При зниженні температури із суміші зазначених солей починає виділятися у вигляді пластівців сульфат натрію, в розчині залишається хлорид натрію. Оптимум поділу настає при охолодженні розсолу до -19°C , при цьому в маточному розчині сульфату натрію залишається до 0,12%. Остаточне очищення хлористого натрію від сульфатів проводиться за допомогою електродіалізаторів, що мають селективні мембрани. Суміш солей подається на вузол іонного обміну для повторної обробки.

З технологічної схеми передбачається виділити прісну воду із загальним вмістом до 1 г/л, яку можна використовувати для технічних цілей, господарсько-побутових потреб і для поливу сільськогосподарських угідь. Планується виділення CaCO_3 – карбонат кальцію і $\text{Mg}(\text{OH})_2$ – гідроксид магнію, з яких можна отримати негашене вапно і магнезійну палену. Вапно – для проведення технологічного процесу; окис магнію – у виробництво вогнетривів. Розчин NaCl – хлористого натрію реалізується як сировина для отримання HCl , їдкового натрію і карбонату натрію, у фарбувальній справі. Na_2SO_4 – сульфат натрію – на поставки для скляної промисловості. Водень, кисень і хлор, що утворилися під час електродіалізу води, не використовуються через їхню незначну кількість.

Отже, запропонована в умовах шахти «Центральна» установка для пом'якшення та знесолення шахтної води допоможе вирішити дві задачі: очистити технічну шахтну воду, що дасть змогу використовувати її на різні господарсько-побутові потреби, та скоротити викиди води в річку Казенний Торець, що дасть змогу знизити забруднення водного басейну навколишньої місцевості, що дуже важливо та актуально на сьогодні.

Список використаних джерел:

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2021 рік. [Електронний ресурс]. Офіційний портал Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. – Режим доступу до ресурсу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf> - Загол. з екрану.
2. Вугільна промисловість [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> - Загол. з екрану.
3. Шахта «Центральна» (Мирноград) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> - Загол. з екрану.
4. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», – 2022. – 622 с.: іл.