

Маньковський К.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 «КРАСНОЛИМАНСЬКА» ДП «ВК «КРАСНОЛИМАНСЬКА»

Шахтами Донбасу через сильну обводненість масиву гірських порід щорічно відкачується на поверхню понад 900 млн м³ шахтних вод. Із цієї кількості води лише 13–15 % використовується на власні технологічні потреби підприємств, а решту скидають у гідрографічну мережу. Обсяги шахтних вод, що скидаються в річки й водойми, можна порівняти з обсягами природного стоку малих річок, на які вони чинять негативний вплив у зв'язку з високою мінералізацією (щорічно у водні об'єкти надходить близько 2 млн. т солей), забрудненістю зваженими речовинами (спричиняють замулювання водних об'єктів), підвищеним вмістом важких металів [1]. Водна система Донбасу перебуває в кризовому стані, який посилюється дефіцитом питної води в регіонах. Тому перед Донбасом стоять два завдання, пов'язані з проблемою водних ресурсів: охорона водних ресурсів від забруднення шляхом очищення шахтних вод і раціональне їх використання.

Шахтні води, що відкачуються у величезній кількості, необхідно розглядати як ресурс промислового водопостачання регіону. Очищення та використання шахтних вод дасть змогу вирішити одночасно два завдання: запобігти забрудненню поверхневих водних об'єктів і зменшити дефіцит питної води в Донбасі [2].

Найперспективнішими є мембранні методи мінералізації, зокрема метод зворотного осмосу й іонний обмін, тому що в них відбувається ефективно практичне очищення та мінімізація витрат [3]. Значення шахтних вод, що відкачуються, полягає також і в тому, що їх можна розглядати як комплексне сировинне джерело не тільки звичайних, тобто широко розповсюджених солей (типу NaCl, Na₂SO₄ тощо), а й також цінних рідкісних і розсіяних хімічних елементів. У зв'язку з цим метою роботи є запобігання забрудненню поверхневих річок Казенний Торець і Сіверський Донець стічними водами шахти «Краснолиманська» і зменшення дефіциту питної води Покровського району Донецької області.

Шахта «Краснолиманська», що веде підземну розробку вугілля, щорічно відкачує на поверхню понад 5,6 млн м³ води. Після освітлення та відстоювання частина води використовується на власні виробничі потреби (до 25 %), а решта – передається для технічних потреб ЦЗФ «Краснолиманська». Щоквартально проводиться хімічний аналіз води, який показує перевищення за ГДК сульфатів і хлоридів. Шахтна вода з мінералізацією 1–4 г/л, жорсткість від 1 до 66 мг-екв/л, рН – 6,4–8,7. Фактичний приплив у шахту становить 630 м³/год.

Недосконале очищення забруднює як водний басейн р. Сіверський Донець, куди скидаються всі шахтні води шахти «Краснолиманська», так і погано очищає воду на потреби шахти, що потребує великої витрати питної води. Для удосконалення очищення шахтних вод пропонується впровадити комплексну технологічну установку з пом'якшення та знесолення води, що дасть змогу одержання прісної води та продуктів із сульфатно-хлоридної води шахти, що, в свою чергу, дасть змогу діяти згідно з чинним законодавством України, а саме: економне використовувати одержані пом'якшені й опріснені води згідно з їхнім призначенням, а також замінити використання питної води на використання очищеної технічної води, що призведе до заощадження запасів прісної та питної води в локальному характері.

Основними процесами очищення є зворотній осмос для фільтрації води з ремінералізацією, і електродіаліз – опріснення води. Інші методи допомагають процесу очищення [4].

Початкова вода, що містить частинки вугілля і породи, органічні домішки тощо, направляється на видалення завислих речовин. Освітлення води відбувається сульфатом алюмінію. Шахтна вода, що надходить, з додаванням коагулянту спрямовується у вертикальний відстійник з розташованою в центрі вихровою камерою, де утворюються хлоп'я. Потім відстоєна вода переливається в пісочні швидкі фільтри і збирається в резервуарі чистої води. Шлам випускається в шламонакопичувач.

Далі освітлена вода подається на декарбонізацію, де відбувається виділення основної частини кальцію. Для нейтралізації декарбонізованої води подається розчин технічної соляної кислоти. Після підкислення і фільтрації через піщаний фільтр шахтну воду подають насосом високого тиску на зворотноосмотичну установку, де виділяють прісну воду і розсіл. Прісна вода використовується споживачем, а розсіл надходить в окремий ряд камер опріснення концентратора-роздільника. В інший ряд камер опріснення апарату подається допоміжний розчин NaCl. Його використання не дає утворенню осаду на іонообмінних мембранах у камерах концентрування. З концентратора-роздільника виводяться по два потоки опрісненої води і розсолу. Частково опріснена вода повертається на зворотноосмотичну установку для доопріснення. Це дає змогу збільшити вихід прісної води і знизити її собівартість.

Для розділення хлориду і сульфату натрію використовується кристалізатор безперервної дії. Концентрований розсіл надходить до трьох послідовно розташованих камер кристалізації, в яких відбувається його охолодження до температури -19°C , унаслідок чого виділяються кристали десятиводного сульфату натрію і частково двохводного хлориду натрію. Суспензія, що виходить з останньої камери кристалізації, після потрапляння в наявний в апараті відстійник розшаровується на кристалічну фазу Na_2SO_4 і маточний розчин NaCl.

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. З установки виділяється карбонат кальцію, який після випалу переходить в окис кальцію (негашене вапно). Вапно використовується для пом'якшення шахтних вод, а також для нейтралізації кислих вод. Виділяється гідроксид магнію, який в результаті випалу переводиться в оксид магнію, що використовується у виробництві вогнетривів; сульфат натрію направляється на виробництво скла.

Отже, запропонована в умовах шахти «Краснолиманська» технологічна установка з пом'якшення та знесолення води дає можливість одержання прісної води і продуктів із сульфатно-хлоридної води шахти. Також установка дозволить замінити використання питної води очищеною технічною водою. Використання питної води буде потрібно тільки на приготування їжі. Це зекономить запаси прісної, питної води в локальному характері.

Список використаних джерел:

1. Сторожук В.М., Батлук В.А., Назарук М.М. Промислова екологія: Підручник. – Львів: Українська академія друкарства, 2006. – 574 с.
2. Сілін, Р. І. Властивості води та сучасні способи її очищення [Текст] / Р. І. Сілін, Б. А. Баран, А. І. Гордєєв; Хмельницький нац. ун-т. Хмельницький: ХНУ, 2009. 254 с.
3. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод: підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Сакалова Г.В. та ін. – Херсон: Олді - плюс, 2019. – 298 с.
4. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», – 2022. – 622 с.: іл.