



ЗНЕШКОДЖЕННЯ ШАХТНИХ ВОД ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОНЦЕНТРАТІВ

М.Д. Гомеля, Я. В. Радовенчик

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

e-mail: r.yar@ukr.net

Добування корисних копалин супроводжується підняттям на поверхню значних об'ємів підземних вод під загальною назвою «шахтні води». Особливістю цієї категорії вод є підвищена мінералізація та вміст окремих сполук у концентраціях, що суттєво перевищують допустимі норми. Тому скид шахтних вод в поверхневі водойми призводить до їх забруднення, збільшення мінералізації та суттєвого погіршення якості води. Однак, значні об'єми таких вод перешкоджають ефективному їх очищенню. Та й традиційні технології, в більшості випадків, недостатньо ефективні для виконання такої вимоги. Навіть ті технології, котрі вважаються сьогодні досить перспективними для знешкодження шахтних та інших мінералізованих вод, супроводжуються утворенням значних об'ємів концентратів, проблеми знешкодження котрих ще не вирішені. Тому розробка нетрадиційних підходів до знешкодження концентратів та мінералізованих вод різноманітного походження дозволить вирішити цю проблему в регіонах з відповідними гідрогеологічними умовами.

За різними оцінками науковців, вода в підземних горизонтах в рідкому стані може зустрічатися на глибинах до 15 – 20 км [1]. При цьому хімічний склад води в значній мірі залежить від глибини залягання водоносного горизонту та порід, що його формують. Визначальне значення в формуванні водоносних горизонтів відіграють шари ґрунту з низькими коефіцієнтами фільтрації – водотриви. На першому від поверхні водотриві формується надзвичайно важливий водоносний горизонт ґрунтових вод. Це безнапірні води, що слугують джерелом водопостачання для переважної більшості сільського населення. Оскільки цей тип підземних вод формується за рахунок атмосферних опадів та вод поверхневих водоймищ, то їх хімічний склад може змінюватися від прісних до солоних. Глибина залягання ґрунтових вод коливається в межах від нуля для зволжених та болотистих місцевостей до 30 – 50 м і більше на суші. На таких же глибинах залягають і інші види вод зони аерації – верховодка, капілярні та інфільтраційні води і т.п. Всі вони мають незначний об'єм та нестабільні в часі, тому суттєво на загальні гідрологічні процеси в літосфері впливають дуже мало.

Глибше, між двома водотривкими пластами ґрунту, розміщуються міжпластові та артезіанські води. Характерною особливістю артезіанських вод є те, що вони перебувають під напором, котрий створюється за рахунок гідростатичного тиску запасів води в горизонті та геостатичного тиску порід підземного горизонту. Для артезіанських басейнів характерне існування одночасно кількох горизонтів напірних вод, котрі суттєво різняться за хімічним складом. Так, переважно прісні напірні води представляють горизонти на глибинах 200 – 500 м в басейнах платформеного типу. Нижче вказаних глибин залягають водоносні горизонти з водами підвищеної та високої мінералізації, інколи – води підвищеної температури. В межах басейнів гірського типу прісні води можуть розповсюджуватися до глибин в 1500 м. Ще нижче під артезіанськими басейнами розміщені глибинні води. Завдяки геостатичному тиску порід та ендегенним силам такі води перебувають, переважно, під напором і розповсюджуються на значних глибинах земної кори.



Для підземних вод характерна горизонтальна зональність, котра проявляється в зміні загальної мінералізації і хімічного складу підземних вод для різних ділянок артезіанського басейну. При цьому мінералізація змінюється від прісних вод до солоних і розсолів від областей живлення артезіанського басейну до найбільш прогнаних його частин. Не менш важливою для питань, що тут розглядаються, є закономірність поступового зниження швидкості руху води з глибиною. З цієї точки зору в підземному горизонті умовно виділяють три зони [2]. *Перша верхня зона* до глибини біля 300 м характеризується інтенсивним водообміном, тому хімічний склад вод цієї зони в значній мірі визначається складом гірських порід, кліматом та рельєфом території. В переважній більшості це прісні гідрокарбонатні води. *Друга середня зона* залягає на глибинах до 1000 м і більше та характеризується збільшенням мінералізації води та зменшенням інтенсивності водообміну. Води цієї зони можуть мати більш різноманітний хімічний склад і в значній мірі формуються за рахунок змішування інфільтраційних вод з первинними солоними водами. *Третя нижня зона* характеризується застійним водним режимом, розміщується на глибинах більше 1000 м і її води відрізняються високою мінералізацією. Насправді, в реальних умовах такий розподіл значно складніший як по горизонталі, так і по вертикалі.

В останні роки добування корисних копалин проводять все на значніших глибинах, що зумовлює підвищення мінералізації шахтних вод і, як наслідок, ріст мінералізації води в поверхневих водоймах. Причому, 95 % шахтних вод відносяться до категорії солонуватих та солоних [2]. Проблеми загострюються ще й тому, що основну масу солей складають сполуки лужних та лужно-земельних металів із хлоридами, сульфатами та гідрокарбонатами, котрі надзвичайно важко видаляються традиційними технологіями.

Для забезпечення нормальних виробничих умов в рудниках та шахтах обов'язковим їх атрибутом є система водовідведення. Її склад та структура визначається конкретними умовами в підземному горизонті. Сьогодні напрацьовано досить багато різноманітних схем водовідведення, здатних задовольнити більшість існуючих підприємств [3].

Загальні об'єми шахтних вод сягають астрономічних цифр. Лише шахти, розміщені в межах території Донецької області станом на 2008 рік скидали в поверхневі водойми біля 1,6 млрд. м³/рік, що в загальному об'ємі України складало близько третини [4]. В середньому на 1 т вугілля з шахт на поверхню піднімається 10 м³ шахтних вод, в окремих шахтах - від 2 до 20 м³ [5]. Із збільшенням глибини добування вугілля приток шахтної води зменшується. Для басейну Донбасу в період інтенсивного добування вугілля 37 % шахт мали водоприток менше 300 м³/год, 37 % - 300 – 500 м³/год, 20 % - 500 – 1000 м³/год, 6 % - більше 1000 м³/год [6].

Шахтні води відбираються з відповідних природних водоносних горизонтів, тому, в більшості випадків, за хімічним складом відповідають складу вод цих горизонтів з незначним додаванням антропогенних забруднювачів – нафтопродуктів, ПАВ, хімічних реагентів. Традиційними методами такі води обробляти неефективно через широку гаму забруднювачів із різноманітними фізико – хімічними властивостями. Тому в більшості випадків води з різних горизонтів змішуються між собою, піднімаються на поверхню та скидаються в поверхневі водойми. Сьогодні існують пропозиції та реальні проекти використання таких вод для забезпечення потреб населення після відповідної обробки.

На основі тривалого досвіду роботи в галузі обробки води та водопідготовки виникла пропозиція нетрадиційного вирішення даної проблеми. Суть такої пропозиції полягає в наступному.

Перш за все, необхідно розділити потоки шахтних вод з різних горизонтів. Прісні шахтні води, що утворюються на невеликих глибинах, доцільно піднімати на поверхню і скидати в поверхневі водойми чи піддавати необхідній обробці для перетворення їх у води господарсько-питного призначення. У випадку застосування баромембранних технологій концентрат повертається в шахту на глибші горизонти.



Солонуваті води пропонується скидати в накопичувач на глибших горизонтах для наступного закачування в підземні горизонти. Якщо надлишкова мінералізація води (в порівнянні із вимогами нормативних документів) невелика і дозволяють умови в підземній виробці, хорошим варіантом може бути встановлення баромембранних установок безпосередньо на глибині. При цьому перміат подається на вищий горизонт і піднімається з прісними водами на поверхню, а концентрат приєднується до шахтних вод на більшій глибині. Найбільш вірогідно, що мінералізація концентрату не перевищуватиме мінералізацію міжпластових вод нижнього горизонту, оскільки в результаті обробки вона збільшиться в 2 – 3 рази в порівнянні із початковими характеристиками. Якщо ж обробка води не проводиться, то її мінералізація буде значно нижчою в порівнянні із мінералізацією вод нижнього горизонту, тому не справлятиме негативного впливу на загальні характеристики води.

Мінералізовані води нижнього горизонту та залишки вод з верхніх горизонтів з допомогою потужних насосів закачуються в глибший водоносний горизонт через попередньо пробурену свердловину. Оскільки мінералізація води та вміст різноманітних компонентів в цьому горизонті перевищуватимуть аналогічні показники у водах з горизонтів, розміщених вище, то суттєвого негативного впливу на загальні характеристики води в цьому горизонті не спостерігатиметься.

Гіршим вважається варіант, коли воду необхідно піднімати на поверхню і закачувати в підземний горизонт з допомогою спеціально пробурених свердловин. Такий варіант можна реалізувати при відсутності необхідного для буріння або встановлення системи баромембранного очищення води простору в підземному горизонті. Разом з тим, ми переконані, що і в цьому випадку екологічний, соціальний, а можливо і економічний ефект будуть дуже суттєвими, оскільки вже сьогодні мінералізація більшості річок Західного Донбасу сягає 2 – 4 г/дм³.

Що ми отримуємо в результаті використання такої схеми знешкодження шахтних вод та концентратів баромембранного очищення води? Навіть короткий перелік переваг дозволяє оцінити екологічні та соціальні фактори:

- попередження засолення поверхневих водойм. Протягом 5 – 10 років в результаті природних процесів мінералізація в них повернеться до їх традиційних стійких значень;
- забезпечення населення якісною питною водою, особливо на вододефіцитних територіях, де і розміщено більшість шахт;
- зменшення кількості, а з часом і повна ліквідація забруднювачів довкілля у вигляді накопичувачів розсолів та сильно мінералізованих вод;
- зменшення затрат на водовідведення із шахт за рахунок зменшення довжини ліній транспортування води та додаткового прибутку від реалізації питних вод.

Література:

1. Основи загальної гідрології та гідрометрії: Навчальний посібник / Укл. В. М. Радовенчик, О. І. Іваненко, М. Д. Гомеля. – К.: НТУУ "КПІ", 2004. – 152 с.
2. Пилипенко А. Т. Комплексная переработка шахтных вод. / А. Т. Пилипенко, И. Т. Гороновский, В. Д. Гребенюк и др.; Под ред. А. Т. Пилипенко. - К.: Техніка. 1985. - 183 с.
3. Долганов А. В. Стационарные машины: Учебное пособие / А. В. Долганов. – М.: Академия Естествознания, 2017. – 281 с.
4. Мухин В. В., Бакун Г. В., Амирбеков А. Д. Гигиеническая оценка микробного загрязнения и обеззараживания сточных шахтных вод Донецкой области / Актуальные проблемы транспортной медицины, 2008. - № 4 (14). - С. 65 – 72.
5. Долина Л. Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки / Л. Ф. Долина – Днепропетровск: Молодежная экологическая лига Приднпровья, 2000. – 43 с.



6. Измайлов С. Г., Онищенко В. И. Оценка шахтных вод Донбасса как альтернативного источника водоснабжения // Мінеральні ресурси України, 2012. – №1. – С. 12 – 14.



УДК 504.062.2

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ПАР, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ УФ ПЕРЕД ІНШИМИ МЕТОДАМИ ОЧИСТКИ

Є.В.Рогожин, І.М. Трус

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна
e-mail: kruger092@gmail.com

Поверхнево-активні речовини (ПАР) зменшують поверхневий натяг на межі розділу фаз, тому досить широко використовуються в промисловості (емульгатори, пластифікатори тощо), сільському господарстві, а також в побуті (миючі засоби). На сьогоднішній день ПАР є одними з найпоширеніших поллютантів, що призводять до значного забруднення гідросфери. Потрапляючи у водні екосистеми дані забруднювачі призводять до погіршення якості води, зміни середовища існування гідробіонтів та порушення біогеоценозів та як наслідок до кризи водних екосистем.

Очищення води від ПАР є надзвичайно актуальною екологічною проблемою сьогодення, яка потребує вирішення. Одним із заходів, що направлені на зниження негативного впливу ПАР на водні системи є впровадження надійних і ефективних методів очистки. Сучасні методи не забезпечують необхідну ефективність видалення ПАР, що обумовлює розробку нових та вдосконалення існуючих методів.

Методи, які використовуються в даний час для очищення води від ПАР, можна розділити на регенераційні і деструктивні. До регенераційні методів відносять адсорбційні процеси, іонний обмін, пінну сепарацію, зворотний осмос, екстракцію, хімічне осадження спеціальними реагентами. Ці методи дозволяють вилучати з води цінні продукти і повертати їх у виробництво. Деструктивні методи забезпечують руйнування забруднюючих речовин у воді. У цю групу входять хімічне, електрохімічне, термічне, радіаційне і біологічне окислення. Вибір відповідного методу визначається концентрацією ПАР, їх хімічною структурою, складом води, а також вимогами, що пред'являються до очищеної води. Так для очищення стоків з невисоким вмістом ($10-100 \text{ мг/дм}^3$) зазвичай застосовують методи адсорбції на вугіллі; сорбційні методи з використанням іонообмінних смол і полімерних адсорбентів; методи зворотнього осмосу; біохімічні методи очищення (біоокислення і біосорбції); флокуляцію; методи електрокоагуляції; метод озонування. Для очищення стічних вод з високим вмістом ($100-1000 \text{ мг/дм}^3$) більше підходять методи коагуляції; флокуляції; екстракції; іонного обміну та електричні методи.

Іонний обмін. Отримати воду необхідної якості і повторно використовувати ПАР після регенерації дозволяє застосування іонообмінних смол. При поглинанні ПАР іонами відбуваються складні процеси, обумовлені не тільки власне іонним обміном, а й електростатичними силами і гідрофобною взаємодією. Ступінь вилучення ПАР залежить від їх концентрації, рН середовища, властивостей іонів, якості і кількості домішок у воді, що очищається. У висококонцентрованих розчинах при утворенні асоціатів ПАР ємність іонів зменшується, так як міцели не можуть проникати всередину зерен смоли. У сильно лужних і сильно кислих середовищах через конкурентний вплив аніонів знижується