

Ю.Ю.КРИВЕНКО, І.П.КУШНЕРЬОВ, А.Ю.КРИВЕНКО кандидати техн. наук, доценти
Криворізький національний університет
І.В.БОГДАН., заст. директора, ВСП «ГФК КНУ»

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ШАХТНИХ ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИХ ВОД

Проблема утилізації шахтної високо мінералізованої води є одним із ключових екологічних та технологічних завдань у вугільній та рудній промисловості. Ці води, як правило, характеризуються високим ступенем мінералізації, вмістом різних іонів, у тому числі токсичних іонів важких металів, сульфатів, хлоридів та інших компонентів.

Одним із перспективних напрямів вирішення проблеми є використання шахтної води у промисловості, наприклад, у виробництві солі чи інших хімічних продуктів, за умови економічної доцільності. Також розглядаються можливості інтеграції систем очищення з енергетичними установками, що використовують тепло, що виділяється в процесі для генерації електроенергії або опалення.

В цілому, успішне вирішення завдання утилізації шахтної високомінералізованої води потребує комплексного підходу, що включає державне регулювання, наукові дослідження, інвестиції в інноваційні технології та екологічно орієнтоване мислення з боку підприємств.

Сучасні способи утилізації високомінералізованих шахтних вод є складним і багатоступінчастим процесом, спрямованим на зниження негативного впливу на навколишнє середовище та раціональне використання ресурсів. Одним з найбільш поширених та універсальних методів є фізико-хімічне очищення, що включає осадження, коагуляцію та флокуляцію. Цей метод дозволяє видалити зважені частинки, солі важких металів та інші нерозчинні сполуки.

У країнах з розвинутою гірничодобувною промисловістю, таких як Німеччина, Канада, США та Австралія, все частіше використовуються методи мембранної фільтрації, включаючи зворотний осмос, нанофільтрацію та ультрафільтрацію. Ці технології дозволяють ефективно видаляти солі, іони важких металів та органічні забруднювачі. Однак висока енергоємність та необхідність частої заміни мембран залишаються суттєвими недоліками. Для зниження витрат впроваджуються системи попередньої фільтрації, що зменшують навантаження мембранні установки.

Інноваційні рішення включають використання іонного обміну та електродіалізу. Іонний обмін дозволяє селективно видаляти певні іони розчину за допомогою спеціалізованих смол. Електродіаліз заснований на використанні електричного поля для переміщення іонів через іонообмінні мембрани, розділяючи очищену воду та концентрат. Ця технологія знаходить застосування в системах із відносно стабільним хімічним складом води та дозволяє отримувати воду, придатну для технічних потреб.

Крім очищення, велика увага приділяється питанням утилізації та переробки твердого залишку — шламу і концентрату, що утворюється в процесі фільтрації або випарювання. Сучасні підходи включають вилучення цінних компонентів, таких як магній, літій, калій, сульфати, а також використання опадів у будівельній індустрії. У Канаді та Німеччині успішно реалізовано проекти з переробки шахтних вод з отриманням технічної та харчової солі, що застосовується у промисловості та дорожньому господарстві.

Цікавим напрямом є біологічні методи, що ґрунтуються на використанні бактерій та мікроорганізмів для видалення металів та інших забруднювачів. Біоре mediaція дозволяє знижувати концентрацію сірководню, заліза, марганцю та інших елементів, хоча ефективність таких систем часто залежить від температури, рН та складу води. У Південній Африці та Канаді розробляються біореактори, адаптовані до умов шахтних вод, які мають високу мінералізацію.

В умовах закритих та затоплених шахт також застосовуються технології пасивного очищення, засновані на природних процесах фільтрації через штучні ставки, торф'яні пласти, гравійні фільтри та рослинні зони. Такі методи вимагають значних площ, але мінімальні в експлуатації та ефективні за малих обсягів забрудненої води. У Великій Британії та Німеччині реалізовано проекти з відновлення екосистем у місцях колишніх шахт з використанням таких систем.