

¹*Хорольський А. О., к. т. н.,* ²*Мамайкін О. Р., к. т. н.,*

Шевченко В. О., студент

¹*Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова Національної академії наук України, м. Дніпро, Україна*

²*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна*

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНІВ, ДЕ ВЕДЕТЬСЯ ВИДОБУТОК КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ОСНОВІ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ОПРІСНЕННЯ ВИСОКО МІНЕРАЛІЗОВАНИХ СТИЧНИХ ВОД

Природні ресурси еволюційні. Характер і рівень використання природного середовища, як однієї з умов виробництва, визначається рівнем розвитку продуктивних сил і виробничих відносин. Якщо, наприклад, століття тому в Донбасі підземні води, що знаходяться на великій глибині, не знаходили ніякого практичного застосування, то по мірі зростання чисельності населення, високих темпів індустріалізації, у тому числі й внаслідок створення водосемних виробництв, шахтна вода, як продукт спецводокористування, стає цінним та дефіцитним ресурсом. Внаслідок цього виникає потреба її оцінки як додаткового природного ресурсу, який має вартісну форму [1].

Таким чином, обґрунтування параметрів опріснення шахтних стічних вод є актуальною науковою задачею, яка дозволяє підвищити екологічну безпеку Дніпровського регіону, а також регіонів у яких ведеться видобуток корисних копалин.

Обґрунтування параметрів технології очистки шахтних вод дозволить підвищити ефективність підприємства, де ведеться видобуток корисних копалин [2, 3].

Нами проведено порівняльний аналіз основних методів опріснення, що використовуються у світі. Основні методи було розглянуто відносно регіону Західного Донбасу та реалізації очисного комплексу на території однієї із шахт або їх комплексу. Основним параметром ефективності та раціональності використання того чи іншого опріснювального методу полягає у питомому та загальному споживанні електроенергії на кубічний метр отриманого продукту. Через те, що деякі методи базуються на перетворенні електричної енергії у термічну для забезпечення технологічного процесу дистиляції, було представлено еквівалент електричної енергії для легшого та більш предметного порівняння [4, 5].

У таблиці 1 наведені типовий розмір основних із методів опріснення: СБД – система багатоступінчатої дистиляції, ПД-ТК – парокompресійна дистиляція – термальна компресія пари, ПД-МК – парокompресійна

дистиляція – механічна компресія пари, УМВ – установки миттєвого випаровування, ЗО – зворотній осмос та ЕД – електродіаліз. Результати представлено у таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз технологій демінералізації шахтних стічних вод

Найменування	СБД	ПД-ТК	УМВ	ПД-МК	ЗО	ЕД
Типовий розмір одиниці, м ³ /д	5.000-15.000	10.000-35.000	50.000-70.000	100-2500	24.000	<100-20000
Споживання електроенергії, кВт·г/м ³	1.5-2.5	1.5-2.5	4-6	7-12	3-5.5	6,73
Споживання термальної енергії, кДж/кг	230 (КОВ=10) -390 (КОВ=6)	145 (КОВ=16) -390 (КОВ=6)	190 (КОВ=12) -390 (КОВ=6)	відсуне	відсуне	відсуне
Еквівалент електричної енергії, кВт·г/м ³	5-8,5	9,5-25,5	9,5-19,5	відсуне	відсуне	відсуне
Загальне споживання енергії, кВт·г/м ³	6,5-11	11-28	13,5-25,5	7-12	3-3.5 (до 7 з очисткою бором)	6,73 (збільшується із концентрацією солі)

Насамперед, термальна енергія у великій кількості використовується у технологіях, що базуються на переведенні рідини з одного стану в інший.

Однак, в умовах Західного Донбасу з урахуванням місцевості та мети розташування опріснювального комплексу, використання надлишкового тепла з прилеглих територій не представляється можливим. Це зводить системи класу термального опріснення до дуже вузького кола використання, приймаючи до уваги і той фактор, що переважна більшість наукових робіт і практичного досвіду свідчить про раціональне використання дистилюючих методів опріснення для морської або високомінералізованої води.

У роботі пропонується розглянути практичний приклад скидання водних ресурсів на шахті «ім. Сташкова», адже шахта є найбільш обводненою у Західному Донбасі. Водоприток шахти досягає 1600 м³/год у певні проміжки часу, загалом водоприток шахти коливається в межах 1200 м³/год, що є колосальним об'ємом стічних вод з лише одного видобувного підприємства. Скидні шахтні води були перевірені санітарно-профілактичною лабораторією і наведені у таблиці 2 [6].

Таблиця 2

Результати аналітичного контролю шахтної води за 07.03.2021

№ з/п	Найменування контролюваної речовини	Шахтна вода до відстійників	Шахтна вода після відстійників	Нормативи для питної води
1	Алюміній, мг/л	-	<0,02	≤0,2
2	БПК ₅ , мгО ₂ /л	-	5,8	5,2
3	Водневий показний, рН	8,15	8,05	6,5-8,5
4	Жорсткість, мг-екв/л	28,25	27,44	≤7,0
5	Забарвленість, град	10,79	10,35	≤20
6	Залізо загальне, мг/л	0,64	0,63	≤0,2
7	Зважені речовини, мг/л	99,8	41,4	≤0,001
8	Кальцій, мг/л	287,10	279,01	Не визначається
9	Кобальт, мг/л	-	<0,02	<0,1
10	Магній, мг/л	169,30	164,39	Не визначається
11	Марганець, мг/л	-	0,11	Не визначається
12	Мідь, мг/л	-	< 0,002	≤1,0
13	Нафтопродукти, мг/л	0,64	0,62	≤0,1
14	Нітрати, мг/л	<0,5	<0,5	<50,0
15	Поліфосфати, мг/л	-	0,07	≤3,5
16	Сульфати, мг/л	385,58	378,99	≤250
17	Сухий залишок, мг/л	6410,00	6272,67	≤1000
18	Температура, t°C	13,3	13,0	Не визначається
19	Хлор вільний	-	-	≤0,5
20	Хлориди, мг/л	3384,08	3313,79	≤250
21	Цинк, мг/л	-	<0,005	≤1,0

Було виділено три аналітичних контролю шахтної води за перший, другий та третій квартали 2021 року відповідно. Найбільше забруднення спостерігалось за період першого кварталу, тому доцільно обрати дані із найскладнішими умовами, аби установка зворотного осмосу відповідала вибагливим критеріям мінералізованої води.

Зворотній осмос, як система досить чутлива до хімічного та фізичного стану водного ресурсу, вимагає певної первинної обробки води перед її безпосереднім живленням до установки. Традиційні методи попередньої обробки води встановлюються перед подачею води до установки зворотного осмосу. Очищення відбувається від найбільшої фракції до найменшої. Тож попередньо встановлюється дрібні та грубі сітки з розміром 1-100 мм для екранування крупних частинок.

Враховуючи питомі витрати електроенергії, ціну промислової одиниці на одиницю продукції, та економічні показники, було розраховано очікувану собівартість опріснення 28800 м³ води на добу. Врахована собівартість води не тільки дозволяє отримати позитивний економічний ефект від імплементації очисного комплексу на компенсування витрат на

утилізацію скидних шахтних вод, але і перспективний прибуток від реалізації чистої питної води кінцевим споживачам. Застосування наведеного підходу, який підвищує ефективність очистки шахтних вод дозволяє оцінювати шахтні води, як дієву складову продуктивних потоків вугільних шахт.

Таким чином, у результаті проведеного дослідження запропоновано для очистки стічних від використовувати технологію зворотного осмосу, а також розроблено техніко-економічне обґрунтування це дозволить підвищити безпеку у регіонах де ведеться видобуток корисних копалин.

Використані інформаційні джерела:

7. Хорольський А. О., & Гриньов В. Г. (2017). Системні принципи та оціночний критерій надійності при оптимізації технологічних схем вугільних родовищ. *Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки»*. 1(2(80)), 225–233. [https://doi.org/10.26642/tn-2017-2\(80\)-225-233](https://doi.org/10.26642/tn-2017-2(80)-225-233).

8. Гринев В. Г., & Хорольський А. А. (2017). Обоснование параметров выбора комплектаций очистного оборудования с учетом области рациональной эксплуатации. *Вісті Донецького гірничого інституту*, (1), 139-144.

9. Гриньов В. Г., Хорольський А. О., & Каліуценко О. П. (2019). Розроблення екологічних сценаріїв ефективного освоєння цінних родовищ корисних копалин. *Мінеральні ресурси України*, (2), 46–50.

10. Babets Ye. K., Adamchuk A. A., Shustov O. O., Anisimov O. O., & Dmytruk O. O. (2020). Determining conditions of using draglines in single-tier internal dump formation. *Наукowyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 5–14.

11. Хорольський А. О., Гриньов В. Г., & Мамайкін О.Р. (2019). Інноваційні перспективи підземної експлуатації вугільних родовищ. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*, (1 (83)), 289–298.

12. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) МОЗ України; Наказ, Норми, Правила від 12.05.2010 № 400.