

*Барабан К. І.,  
аспірантка, інститут природничих наук та туризму, спеціальність 101 «Екологія»,  
Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу  
[beemveshka@gmail.com](mailto:beemveshka@gmail.com)*

*Вагилевич Т. В.,  
викладач профільних дисциплін на спеціальності  
«Геодезія та землеустрій»  
Івано-Франківський фаховий коледж ЛНУП  
м. Івано-Франківськ, Україна  
[tvagilevich@gmail.com](mailto:tvagilevich@gmail.com)*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОХІМІЧНОГО СКЛАДУ СТИЧНИХ ВОД ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

Геохімічні властивості стічних вод відвалів вугільних шахт мають важливу роль для екологічного моніторингу та оцінки впливу териконів на довкілля, особливо в гірничопромислових районах. Складування відвальної породи є причиною поступового зниження якості довкілля. Це обумовлено, перш за все, вивільненням шкідливих речовин та сполук, які проникають у водоносні горизонти, ґрунт та атмосферу. Особливо актуальними залишаються питання зміни гідрологічних режимів, порушення питної води та навіть загальної наявності водних ресурсів. У контексті дослідження даної проблеми, важливим є встановлення залежності та перерозподілу важких металів між стічними водами, ґрунтом та рослинами для встановлення фітомеліораційних властивостей останніх [1].

Для встановлення рівня забруднення стічних вод було проведено забір зразків води, та направлено до лабораторії для комплексного дослідження. За результатами аналізів відібраних зразків із техногенних водойм породних відвалів вугільних шахт, встановлено, що стічні води з відвалів містять у собі велику концентрацію металів, особливо Al, Ni, Mg, Mn, Cu, Fe, Ca. У деяких точках відбору перевищення ГДК деяких елементів складає у 5-7 разів. Терикони часто містять залишки породи з високим вмістом важких металів та інших шкідливих елементів. Через дощі і поверхневі води ці речовини можуть вимиватися і проникати в ґрунтові та підземні води, забруднюючи їх. Відбувається деградація водних екосистем, евтрофікація, порушення водного балансу, що веде за собою такі соціально-економічні ризики як забруднення питної води, втрати сільськогосподарських угідь через засолення, зниження рекреаційної цінності водойм, необхідність значних витрат на очищення води та відновлення довкілля. На територіях поблизу шахт часто спостерігається замулення ґрунтів, спричинене осадженням важких металів із шахтних стоків [3].

Стічні води мають підвищену концентрацію важких металів (таких як алюміній, свинець, кадмій, мідь, нікель і цинк) та металоїдів (наприклад, арсену). Зважаючи на особливості мінерального складу порід та хімічних процесів у відвалах, основними компонентами стічних вод переважають сульфати - концентрація може сягати 500–2000 мг/л, що зумовлено окисненням піриту та інших сульфідних мінералів, які поширені у породах цього регіону, хлориди - зазвичай у межах 50–300 мг/л, але можуть зростати у районах з високим засоленням порід, натрій та калій, у середньому від 100 до 500 мг/л., кальцій досягає 500–1500 мг/л через активне розчинення карбонатів (кальциту, доломіту), магній у концентраціях 50–400 мг/л, зумовлений розчиненням магнезійних мінералів. Загальний вміст заліза може сягати 10–50 мг/л., концентрація марганцю 0,5–5 мг/л., вміст цинку, міді, кадмію залежить від конкретного складу порід, але часто становить 0,1–0,5 мг/л для цинку та міді. Менш поширеними є нікель та хром, але можуть виявлятися у слідах (до 0,05 мг/л), особливо у кислих умовах. У вугільних шахтах досліджуваного регіону виявляються ізотопи урану та торію, хоча їх концентрація, як правило, незначна. Радіаційний фон у стічних водах рідко перевищує природний. Потрапляючи у водні системи, ці елементи становлять значний ризик для екосистеми і можуть викликати інтоксикацію у рослин, тварин і навіть людей [4].

Переважаючо, більшу частину (понад 70%) субстрату вугільного відвалу складає глинистий аргіліт, який є сорбентом різних хімічних елементів. Стічним водам відвалів вугільних шахт характерний низький рівень рН 3-4. Окислення сульфідних мінералів, таких як пірит, які часто присутні в териконах, викликають кислотне дренажне явище. Це призводить до значного зниження рН стічних підтериконових вод, створюючи середовище, яке розчиняє важкі метали, що забезпечує їх мобільність і здатність до розповсюдження [5].

Внаслідок хімічних реакцій також можуть утворюватися вторинні мінерали, такі як гіпс чи залізоокисні сполуки. Ці мінерали іноді складаються на поверхні водоносних горизонтів, зменшуючи їх проникнення та змінюючи гідрологічний режим. Забруднені важкими металами і токсичними елементами можуть порушити життєвий цикл організмів у прилеглих річках та водах. Часто виникає високий вміст сульфатів, хлоридів і натрію у цих водах. Варто зазначити, що підтериконові стічні води, безпосередньо впливають та змінюють рН ґрунтів прилеглих територій, що у свою чергу має вплив на розвиток лісо- та сільськогосподарських культур [6].

Високий показник магнію, свідчить про інтенсивне вимивання мінералів з гірничих відвалів, що призводить до поступового засолення водних об'єктів. Дослідження показали, що дані субстрати характеризуються як малосприятливі для росту рослин. Однак процес самозаліснення свідчить, що за допомогою фітомеліоративних методів, при підборі стійких до даних умов рослин, які будуть виконувати функцію фітореMediaції, можна значно зменшити показники важких металів та покращити екологічну ситуації загалом [3-6].

Для нейтралізації токсичних компонентів стічних водних вугільних відвалів, можна використати один з найбільш економічно доцільний та екологічно безпечний метод – системи біоплато. Біоплато складаються з кількох рівнів органічних або неорганічних матеріалів, через які фільтруються стічні води. Вода, проходячи через ці шари, очищається за рахунок діяльності мікроорганізмів та рослин, що поглинають або перетворюють токсичні

компоненти на менш шкідливі. Даний метод фільтрації та очищення стічних вод широко використовується у всьому світі. Для проектування систем біоплато потрібно враховувати едафічні, мікрокліматичні та ландшафтні чинники. Біоплато бере участь у першій час догляд за рослинами, особливо після посадки: видалення мертвих рослин, полив, підгодівля тощо, якщо це необхідно. Крім того, рослини, які застосовуються при будівництві біоплато, повинні адаптуватися до особливостей клімату місцевості, проходження сухих і вологих періодів, а також бути здатними протистояти токсичним речовинам у стічних водах: нафтопродуктам, важким металам, розчинним солям та іншим токсичним речовинам [2, 7].

Результати зібраних геохімічних досліджень стічних вод вугільних відвалів є важливим фактором з точки зору екологічної оцінки впливу вугільної промисловості на екологічну компоненту, також для створення розробки заходів та методів екологічної безпеки, систем моніторингу довкілля.

#### Література

1. Босак П. В. Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2018. 18. 117–124. [DOI:10.32447/20784643.18.2018.13](https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13)
2. Босак П. В., Попович В. В. Очистка стічних вод методом біоплато з териконів Нововолинського гірничопромислового району. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу». м. Львів: ЛДУ БЖД. 5-6 грудня 2019. 78–79.
3. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2. 440. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>.
4. Skrobala V., Popovych V., Tyndyk O., Voloshchyshyn A. (2022). Chemical pollution peculiarities of the Nadiya mine rock dumps in the Chervonohrad Mining District, Ukraine. Mining of Mineral Deposits. 16(4). 71-79. <https://doi.org/10.33271/mining16.04.071>
5. Копій М. Л., Гончар В. М., Копій С. Л. та ін. Фітомеліоративна роль рослинного покриву у відтворенні девастрованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу : монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 230 с.
6. Попович В. В., Волощишин А. І. Екологічні особливості формування фітомеліоративного вкриття на териконах вугільних шахт. Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України: Матер. I Всеукр. наук. конф. (м. Миколаїв, 21-22 вересня 2018 року). 2018. С. 86-87.
7. Попович В. В., Волощишин А. І. Забруднення водного басейну внаслідок гірничовидобувної діяльності як чинник зниження регіональної екологічної безпеки. Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України: Матер. II Всеукр.наук. конф. (м. Миколаїв, 18-19 вересня 2020 року). 2020. С. 134-135.