

УДК 504.5:622.333

**До питання оцінювання параметрів вилюговування важких металів з відвалів
вугільних шахт**

¹ Кочмар І.М, ² Карабин В.В. д.т.н., професор, ³ Карабин О.О. к.ф.-м.н, доцент

¹ викладач кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки
життєдіяльності

² професор кафедри цивільного захисту, Львівський державний університет безпеки
життєдіяльності

² доцент кафедри прикладної математики та механіки, Львівський державний
університет безпеки життєдіяльності

Індустріалізація гірничодобувних регіонів спричиняє руйнування та зміну екосистеми, надходження забруднюючих речовин до ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод та атмосферного повітря [1] та створює передумови виникнення надзвичайних ситуацій. Слід відзначити й негативний вплив на довкілля накопичення значних кількостей промислових відходів, які утворюються в результаті вуглевидобутку та вуглезбагачення. Відвальні породи впливають на довкілля упродовж багатьох років після завершення гірничо-видобувних робіт та виведення з експлуатації шахт [2, 3].

Станом на початок 2021 року обсяг балансових запасів кам'яного вугілля в Україні становив 41 185,36 млн т. В основному запаси вугілля знаходяться в Донецькому та Львівсько-Волинському вугільному басейнах. На території Львівсько-Волинського басейну (ЛВБ) зосереджено до – 1 112,53 млн т вугілля (2,70% загального обсягу балансових запасів). Станом на початок 2021 року у ЛВБ розроблялися і були підготовлені до освоєння 803,0 млн т балансових запасів вугілля [4], а його видобуток зумовить нагромадження значних мас відвальної породи.

Червоноградський гірничопромисловий район (ЧГПР) вважають головним у ЛВБ басейні, адже в його межах зосереджено 694,5 млн т кам'яного вугілля або 70-90 % усіх запасів басейну [5], у зв'язку з цим уже нагромаджено понад 100 млн м³

відходів вуглевидобутку й вуглезбагачення, які у вигляді відвалів і териконів займають площу понад 270 га [6].

За майже сімдесятилітній розвиток добувної галузі в межах ЛВБ спостерігається істотне забруднення екосистем важкими металами [7-9]. Постійне забруднення важкими металами становить серйозну загрозу для всіх форм життя в навколишньому середовищі через його токсичний вплив, також будучи стійкими вони, накопичуються у воді, ґрунті, осадових відкладеннях і живих організмах. Важкі метали, котрі потрапляють у довкілля внаслідок видобутку корисних копалин чи неправильного складування твердих промислових відходів зазвичай мають високу біодоступність завдяки їхнім розчинним і рухомих реактивним формам [10].

Через високу токсичність такі важкі метали, як кадмій, хром, свинець та ін. належать до числа пріоритетних металів, що мають значущість для охорони здоров'я, вони вважаються системними токсикантами, які спричиняють пошкодження багатьох органів, навіть при менших рівнях впливу [11].

Відтак для планування природоохоронних заходів, заходів попередження надзвичайних ситуацій необхідні дані не лише обсягів нагромаджених відходів, а і обсягів різних форм важких металів у відвалах порід. Для розрахунку мас важких металів, які зосереджені у відходах вуглевидобутку та можуть вилугуватися з відвалів у природні ландшафти, авторами розроблено математичну модель, яка базується на теоремі подібності та враховує об'єм, густину породи, метеорологічні та інші характеристики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кочмар І. М., Карабин В. В. Екологічна небезпека горіння вугільних териконів та перспективні методи використання відходів вуглевидобутку. *Екологістика. Теорія і практика управління сміттєзвалищами: колективна монографія* / за заг. ред. В. Попович, О. Теляк, О. Меньшикова. Szkoła Główna Służby Pożarniczej. Варшава, 2021. С. 183–197.

2. Adler R. A., Claassen M., Godfrey L., Turton A. R. Water, mining and waste: An historical and economic perspective on conflict management in South Africa. *Econom. Peace Secur. J.* 2007. 2. P. 32–41.

3. Павличенко А. В., Коваленко А. А. Дослідження екологічних наслідків розміщення вугледобувних підприємств у навколишньому середовищі. *Розробка родовищ: Збірник наукових праць*. 2014. Т. 8. С. 497-507.

4. Запаси та видобування кам'яного вугілля. Портал даних видобувної галузі: веб-сайт. URL: https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/kamyane-vugillya_2022/.

5. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій: Монографія. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 334 с.

6. Бучацька Г., Дяків В. «Ефект доміно» техногенних змін геологічного середовища у формуванні геоекологічного стану Червоноградського гірничопромислового району. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2023. Вип. 37. С. 24–41.

7. Popovych V., Stepova K., Voloshchyshyn A., Bosak P. Physico-Chemical Properties of Soils in Lviv Volyn Coal Basin Area. *E3S Web of Conferences*. 2019. Vol. 105, 02002. IVth International Innovative Mining Symposium. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502002>

8. Kochmar I., Karabyn V., Stepova K., Stadnik V., Sozansky M. Thermal Impact on Heavy Metal Bioavailability in Burnt Rocks of Waste Heap of Chervonohradska Coal-preparation Plant (Lviv Region, Ukraine). *Geomatics and Environmental Engineering*. 2024. 18(1). 117–133. <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.1.117>

9. Kochmar I.M., Karabyn V.V., Kordan V.M. Ecological and geochemical aspects of thermal effects on argillites of the Lviv-Volyn coal basin spoil tips. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2024. № 3. 100–107. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-3/100>

10. Ayangbenro A.S., Babalola O.O. A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments: A Review of Microbial Biosorbents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017. 14 (1). 94. <https://doi.org/10.3390/ijerph14010094>

11. Tchounwou P.B., Yedjou C.G., Patlolla A.K., Sutton D.J. Heavy Metal Toxicity and the Environment. *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*. 2012. Vol 101. 133–164. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6

12. Зубов, О. Р., Зубова, Л. Г., Зубов, А. О. Оцінювання впливу териконів на екологічний стан агроландшафтів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. 29(9). С. 50–59. <https://doi.org/10.36930/40290909>