

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАПОВНЕННЯ КАР'ЄРНИХ ПУСТОТ МЕТАЛУРГІЙНИМИ ШЛАКАМИ

Філоненко О.В.

ТОВ «Метінвест холдинг»,
старший менеджер операційної дирекції, alexsandr.filonenko2017@gmail.com

Петльований М.В.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
к.т.н., доц., доцент кафедри гірничої інженерії та освіти, petlyovanyi1986@gmail.com

Видобуток корисних копалин відкритим способом чинить негативний вплив на природні ландшафти регіонів. Внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт зареєстровано понад 160 тис. га порушених земель. Відкриті гірничі розробки відрізняються високою питомою землеємністю – від 6 до 35 га на 1 млн т видобутку [1, 2]. Згідно до законодавства, всі гірничі підприємства після завершення терміну експлуатації родовища й переходу до процедури їх ліквідації повинні здійснити рекультиваційні заходи для відновлення порушених територій [3, 4].

У зв'язку з недостатністю об'єму розкритих порід для розміщення їх у виробленому просторі для підвищення повноти закладання потрібне використання додаткового рекультиваційного (закладного) матеріалу, яким можуть бути металургійні шлаки, що відносяться до IV класу небезпеки. Досвід використання доменних гранульованих шлаків також відомий у гірничодобувній галузі при підземному видобутку багатих руд чорних і кольорових металів, який здійснюється здебільшого системами розробки із твердіючим закладанням [5-7].

Для реалізації ідеї заповнення кар'єрних пустот потрібні дві складові – достатня кількість запасів шлаків та наявність кар'єрної пустоти на економічно доцільній відстані.

У зв'язку з низьким рівнем потреби різних галузей економіки в деяких видах металургійних шлаків маріупольських металургійних комбінатів (ММК «ім. Ілліча» та ММК «Азовсталь») накопичується суттєвий обсяг шлакових матеріалів, що не реалізуються, а місця видалення відходів заповнені більше, ніж на 90%. Обсяги накопичених шлаків оцінюються не менше 50 млн т. [8].

Найбільш доцільними для закладання металургійних шлаків є кар'єри, які знаходяться на стадії закриття за техніко-економічним обґрунтуванням або завершили відпрацювання промислових запасів. Вже закриті кар'єри зазвичай є затопленими, а затрати на відкочування води та їх відведення для укладання закладного матеріалу у вироблений простір будуть невиправданими. У Донецькій області є тимчасово непрацюючі кар'єри. ТОВ «Соціальне відродження Донбасу» до 2028 року орендує Каранське родовище гранітів (сmt. Мирне), де в наявності є 2 кар'єри – №2 та №3 (Рис. 1а). З 2010 року підприємство зупинило виробничу діяльність з видобутку гранітів за соціально-економічними причинами. В регіоні склалась ситуація, коли товарна продукція перестала бути потрібною у зв'язку з відмовою співробітництва основного споживача. Також якість корисної копалини погіршилась, а залишені промислові запаси гранітів на досягнутій глибині розробки нижче 80 м знаходяться на межі економічно доцільного видобутку. Вказані фактори створили труднощі в подальшому розвитку кар'єру №2, тому планується виконання техніко-економічного обґрунтування щодо доцільності подальшої розробки запасів кар'єру №2 та з високої вірогідністю кар'єр може бути закритим.

Передбачається наступний спосіб зведення закладного масиву у кар'єрних пустотах, що схематично наведено на Рисунку 1, в основу якого покладено принцип шаруватості

формування масиву [9]. Після завершення видобувних робіт днище кар'єру має бути осушеним відповідною системою відкачки води.

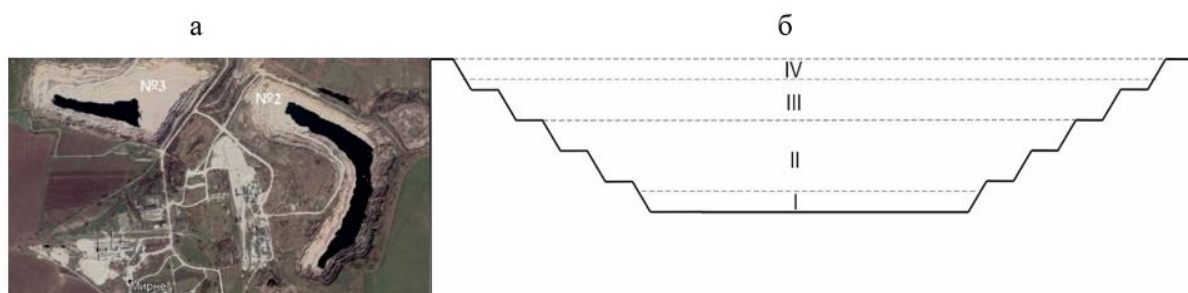


Рисунок 1. Розташування Каранських кар'єрів №2 і №3 біля смт. Мирне (а) та структура заповнених пустот кар'єру закладним матеріалом, що пропонується, де: I – IV – шари закладного масиву (б)

Далі за даними спостережень гідрогеологічної служби встановлюються основні точки прибуття підземних вод з масиву гірських порід та виконується їх тампонування спеціальними цементними розчинами.

Формування донного закладного шару кар'єру (Рис. 1б, I) пропонується здійснювати зі сталеплавильних шлаків, які характеризуються найбільшою міцністю та меншою схильністю до розпадів, що забезпечить стійкість при навантаженні на донний шар вище розміщених закладних шарів. За допомогою бульдозерів закладний матеріал розрівнюється по площині поточної робочої відмітки проекту рекультивації кар'єру та ущільняються під вагою бульдозеру, що зменшує пустотність закладного масиву та його проникність атмосферними опадами.

Формування наступних закладних шарів (Рис. 1б, II та III) здійснюється за допомогою таких компонентів як доменні відвальні шлаки, доменні гранульовані шлаки та сталеплавильні шлаки з різним пропорційним співвідношенням. Гранулометричний та компонентний склад цих закладних шарів регламентується обсягами утворення різних видів металургійних шлаків, що підлягають утилізації, та задовільними фізико-механічними властивостями закладного масиву (пустотність, насипна щільність, зчеплення тощо).

Формування останнього закладного шару (Рис. 1б, IV) виконується з комбінації доменних відвальних шлаків, доменних гранульованих шлаків, сталеплавильних шлаків і розкритих порід для створення підґрунтового шару та сприятливих умов для нанесення родючого шару. Після завершення технічної рекультивації продовження рекультиваційних заходів залежатиме від подальшого цільового призначення території.

Реалізація в практиці технологічної схеми заповнення кар'єрів металургійними шлаками повинна ґрунтуватись на низці особливостей – науковому обґрунтування безпечності можливого контакту шлаків з кар'єрними водами та оптимальних властивостей закладного масиву (гранулометричний склад, пустотність, усадка), що досягається комплексом теоретичних та лабораторних досліджень. За допомогою методу фізичного моделювання можливо визначити деформації закладного масиву [10].

Розміщення металургійних шлаків у кар'єрних пустотах дозволить не лише відтворити земельну площу гірничого відводу кар'єру, а й утилізувати значну кількість безпечних промислових відходів, звільнивши поверхневі місця видалення відходів. За попередніми розрахунками кар'єрні пустоти №2 мають обсяг орієнтовно 30 млн м³, в які можна розмістити 23 млн т металургійних шлаків протягом 7-10 років. Це дозволить на 40% розвантажити існуючі поверхневі відвали шлаків маріупольських комбінатів, проектні розміри яких майже заповнені більш ніж на 90%.

Список літератури:

1. Півняк, Г.Г., Гуменик, І.Л., Дребеншtedт, К., & Панасенко, А.І. (2011). *Наукові основи раціонального природокористування при відкритій розробці родовищ*. Дніпропетровськ, Україна: Національний гірничий університет, 568 с.
2. Літвінов, Ю.І. (2018). *Технологічні засади розкриття та розробки горизонтальних кар'єрних полів при обмеженому порушенні природних ресурсів*. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.15.03 – «Відкрита розробка родовищ корисних копалин». Дніпро, Україна: НТУ «Дніпровська політехніка», Міністерство освіти і науки.
3. Melnyk, O.H. (2020). Some aspects of soil's legal protection: conservation and reclamation in Ukraine and the EU. *Juridical Scientific and Electronic Journal*, (3), 188-190. <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2020-3/45>
4. Petlovanyi, M., & Filonenko, O. (2019). Problematic aspects and ways to increase the level of metallurgical slags disposal. In *International Scientific Conference Scientific Development of New Eastern Europe: Conference Proceedings* (pp. 55-60). Riga, Latvia: Baltija Publishing. <https://doi:10.30525/978-9934-588-13-6-17>
5. Ляшенко, В.І., Дудченко, А.Х., & Ткаченко, А.А. (2008). Научно-технические основы природоохранных технологий подземной разработки урановых месторождений. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*, (4), 34-42.
6. Кузьменко, А.М., Петлєваний, М.В., & Усатый, В.Ю. (2010). Влияние тонкоизмельченных фракций шлака на прочностные свойства твердеющей закладки. В *Матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції «Школа підземної розробки»* (с. 383-386). Дніпропетровськ, Україна: НГУ
7. Kuzmenko, O., & Petlovanyi, M. (2015). Substantiation the expediency of fine gridding of cementing material during backfill works. *Mining of Mineral Deposits*, 9(2), 183-190. <https://doi.org/10.15407/mining09.02.183>
8. Filonenko, O. (2018). Sustainable development of Ukrainian iron and steel industry enterprises in regards to the bulk manufacturing waste recycling efficiency improvement. *Mining of Mineral Deposits*, 12(1), 115-122. <https://doi:10.15407/mining12.01.115>
9. Петлєваний, М.В., Кузьменко, А.М., Сай, Е.С., & Филоненко, А.В. (2019). Взаимосвязь технологических параметров формирования закладочного массива с его качественными характеристиками. *Физико-технические проблемы горного производства*, (21), 91-105.
10. Бахаева, С.П., Тур, К.А., & Илюшкин, В.Д. (2020). Геомеханическое обоснование устойчивости отвала при совместном складировании вскрышных песчано-глинистых пород и отходов обогащения. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*, (4), 49-59.