

УДК 553.93

Чоботько І.І., провідний інженер

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро,
efilonov79@gmail.com

ВІДХОДИ ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ – МАЙБУТНІ ТЕХНОГЕННІ РОДОВИЩА

Вугільна промисловість вже давно асоціюється із забрудненням та деградацією навколишнього середовища. Відходи, що утворюються при видобутку вугілля є основним чинником забруднення повітря та води, деградації ґрунтів та викидів парникових газів [1]. Однак останніми роками зростає інтерес до пошуку шляхів перетворення цих відходів на ресурс для підвищення екологічної ефективності [2]. Завдяки технологічному прогресу відходи вугільної промисловості тепер можна переробляти і використовувати для виробництва цінних продуктів, таких як будівельні матеріали, добрива, палива, вилучення рідкоземельних металів. Такий підхід не лише допомагає зменшити вплив вугільної промисловості на довкілля, а й сприяє розвитку циркулярної економіки, перетворюючи відходи на цінний ресурс [3]. У цій роботі ми розглянемо потенціал відходів вугільної промисловості як джерела екологічної ефективності та висвітлимо деякі з інноваційних способів їх повторного використання та репрофілювання.

З одного боку прихильники використання відходів вугільної промисловості стверджують, що це цінний ресурс, який може бути використаний для виробництва цілого ряду продуктів, включаючи будівельні матеріали, добрива та паливо [4]. Вони вказують на економічні та екологічні переваги використання відходів для створення цінних продуктів, включаючи зниження витрат на утилізацію відходів, зменшення залежності від первинної сировини та зниження викидів шкідливих речовин. Вони також стверджують, що переробка відходів може допомогти очистити навколишнє середовище, зменшуючи кількість відходів на звалищах і запобігаючи забрудненню навколишнього середовища.

З іншого боку, опоненти стверджують, що використання відходів вугільної промисловості не є життєздатним рішенням екологічних проблем. Вони вказують на той факт, що вугільні відходи за своєю природою токсичні, містять високий рівень важких металів, канцерогенів та інших шкідливих забруднювачів. Вони стверджують, що переробка та повторне використання відходів може призвести до поширення цих токсинів, створюючи ризик для здоров'я населення та довкілля [5]. Вони також стверджують, що сприяння повторному використанню відходів вугільної промисловості може відвернути увагу і ресурси від більш стійких альтернатив, таких як відновлювані джерела енергії тощо.

За даними Мнухіна А.Г. [6] у відходах вугільної промисловості добута сировина оцінюється понад у 100 млн. доларів. Так в одному з відходів вугільної промисловості (териконі) може міститися: германій - 55 г/т (рентабельність від 3 г/т); скандій - 20 г/т (рентабельність від 10 г/т); галій - 100 г/т (рентабельність з 10 г/т); рідше ітрій та цирконій. Загальна кількість рідкоземельних елементів - 250 г/т.

Так наприклад в результаті дослідження відходів вугільної промисловості доведено можливість використання горілої породи для відсипання штучних фундаментів будинків і споруд, автомобільних і залізничних доріг, дамб; як активну мінеральну домішку у виробництві цементу [7].

В роботі Петльованого М.В., Гайдая О.А. [8] крім вугілля в пустих відвалах складається ряд цінних рідкоземельних металів, вміст яких може перевищувати їх кларки у земній корі (табл. 1). Загальний вміст цінних елементів у відвалі становить 230-260 г/т, при їх промислово-му значні – від 10 г/т. Крім того, у породних відвалах міститься в оксидній великій кількості алюміній (до 25 %) та не менше 20 % заліза.

Станом на 2023 рік спостерігається значне зниження цін на рідкоземельні метали. Однак слід зазначити високу ціну скандію у 2016 році в той час як у 2023 році ціна впала на 27 %, також на германій різниця ціни у процентному співвідношенні склала 68 %. Хоча при незначному коливанні цін попит на рідкоземельні метали в світі залишається дуже високий.

Таблиця 1 – Вміст рідкоземельних елементів у відходах вугільної промисловості [8, 9]

Корисний компонент	Вміст, г/т	Ринкова вартість (2016 р.), дол./кг	Ринкова вартість (2023 р.), дол./кг
Скандій	20	15000	4000
Цирконій	20	110	16
Германій	50	900	1313
Галій	100	145	55
Ітрій	25	382	60

Переробка та вилучення рідкоземельних металів з відходів вугільної промисловості може принести економічні та екологічні вигоди, як з об'єкту техногенного родовища, важливо враховувати потенційні ризики та виклики, пов'язані з цим підходом. Зрештою, найефективніше рішення вимагатиме поєднання стратегій, включаючи зменшення утворення відходів, вдосконалення практик управління відходами та розробку альтернативних методів видобування рідкоземельних металів з застосуванням інноваційних технологій.

Список посилань

1. Чоботко І.І. Обґрунтування способів та методів усунення самозаймання відходів гірничого виробництва // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2022. – №1(50). – С. 166-171. <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2022-1-166-171>
2. Хорольський А.О. Наукові основи обґрунтування меж області раціонального проєктування при відпрацюванні родовищ корисних копалин // Физико-технические проблемы горного производства. – 2021. – №23. – С. 149-173. <https://doi.org/10.37101/ftpgp23.01.011>
3. Грінюв В.Г., & Хорольський А.О. Дослідження основ технології оптимального проєктування раціонального користування родовищами цінних копалин // Мінеральні ресурси України. – 2020. – №2. – С. 19-24. <https://doi.org/10.31996/mru.2020.2.19-24>
4. Хорольський А.О., Грінюв В.Г. Оцінка і вибір параметрів при розробці родовищ корисних копалин // Физико-технические проблемы горного производства. – 2020. – №22. – С. 118-140. <https://doi.org/10.37101/ftpgp22.01.009>
5. Грінюв В.Г., Хорольський А.О. Оптимальне проєктування параметрів гірничозбагачувальних підприємств для раціонального освоєння цінних родовищ України // Физико-технические проблемы горного производства. – 2019. – №21. – С. 128-145. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.008>
6. Мнухин А.Г., Мнухина Н.А., Гитуляр А.А., Горошко И.П. К вопросу извлечения редкоземельных металлов из породных отвалов угольных шахт // Уголь Украины. – 2017. – № 7-8. – С. 64-66. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ugukr_2017_7-8_14
7. Книш І.Б. Перспективи використання відходів вугільної промисловості Львівщини як нової мінеральної сировини // Вісник Львівського ун-ту. Серія геологічна. – 2016. – № 20. – С. 111-123. <https://www.academia.edu/download/43110613/2006.pdf>
8. Петльований М.В., Гайдай О.А. Аналіз накопичення і систематизація породних відвалів вугільних шахт, перспективи їх розробки // Геотехнічна механіка. – 2017. – № 136. – С. 147-158. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/158621>
9. Ціни на рідкоземельні метали // Електронний ресурс. [Режим доступу]: <https://intersplav.com/uk/category/ridkozemelni-metali/>, <https://gold.ua/ua/jewellery-articles/14-samyh-dorogih-metallov-na-planete?fbclid=IwAR2TVptRRiYKcMeg8tH3qFnKxssI2Gd4gkPzSTNZ5v-gG4ztE4uloAN96Uk>