

УДК 622.33:502

Малашкевич Д.С., к.т.н., доцент кафедри гірничої інженерії та освіти
Рібакова К.А., студентка спеціальності 184 Гірництво
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ УКРАЇНИ

Раціональне використання мінерально-сировинних ресурсів вугільних підприємств є важливою складовою циркулярної економіки, що запроваджується в усьому світі. Вугільні шахти України разом з вугіллям видобувають величезну кількість супутніх продуктів, які піднімаючись на поверхню можуть стати джерелом для економічно вигідної переробки. Серед них на базі підприємства може бути реалізована переробка шахтних вод в якості чистої питної води, утилізація газ-метану, низькопотенційної енергії тепла підземних шахтних вод та вторинних сировинних ресурсів відходів опріснення. Створення багатофункціонального модернізованого шахтного комплексу сприятиме економічному розвитку та сучасній трансформації вугледобувних регіонів.

Світовий досвід демонструє актуальність та доцільність розвитку цього напрямку. Опріснення високомінералізованих шахтних вод широко застосовується на вугільних шахтах Польщі та Китаю [1, 2]. Використовуючи інтегровані мембранні системи, польський завод «Dembensko» отримує випарувану сіль з річною потужністю 100 тис. т. Разом з цим випробовується змодельована інтегрована система, що працює на воді вугільної шахти, включаючи двопрохідну нанофільтрацію, зворотний осмос і мембранну дистиляцію, забезпечуючи низьке енергоспоживання. Відомо також про запровадження першого проєкту очищення шахтних вод з нульовим скиданням в Китаї, що застосовується на базі вугільної шахти «Hongqinghe» в Ордосі з потужністю обробки води 600 м³/добу.

Ефективна утилізація газ-метану з закритих вугільних шахт (МЗШ) активно здійснюється в США, Німеччині та Великобританії. Німеччина має близько 50 реалізованих проєктів МЗШ з метою виробництва електроенергії для продажу місцевій електромережі. В Сполучених Штатах закачування шахтного метану через трубопроводи є найбільш поширеним типом кінцевого використання газу. Великобританія веде видобуток газу метану за допомогою лопатевих нагнітальних вентиляторів та рідинно-кільцевих вакуумних насосів, які використовуються в поршневих газогенераторах, підключених до системи електропостачання; встановлена потужність за поточними проєктами - 14 МВт. Досвід Канади та Нідерландів підтверджує вигідність використання низькопотенційної енергії тепла підземних шахтних вод. Затоплені занедбані підземні вугільні шахти Канади використовуються для опалення та кондиціонування приміщення компанії пластмасових виробів. Компанія підрахувала, що геотермальна система заощаджує 160 тис. USD/рік на витратах на електроенергію порівняно з традиційною системою з масляною піччю [3]. Схема побудована в Нідерландах дозволяє виробляти електроенергію з тепла шахтних вод затоплених виробках шахт з метою підтримки централізованого тепlopостачання та охолодження в передмісті Херлерхайде [4].

Відходи вуглепереробки такі як пуста порода, зола і вугільний шлам можуть використовуватися в якості отримання електроенергії, виробництва кольорової цегли та будівництва автомобільної дороги. Такий підхід застосовується на базі вугільної шахти в Китаї, що спалює 180 тис. т вугільного шламу на рік, виробляючи 180 млн кВт-год електроенергії. Ще один проєкт з утилізації летючої золи дозволив виробляти понад 500 тис. т цеглин на рік та створити понад 20 робочих місць [5]. Польські заводи з

переробки відходів формують відвали вугільної шахти «Dembenska», які використовує будівельна компанія для формування нижніх шарів автодороги [6].

Існуючі ресурси шахт «ДТЕК Павлоградвугілля» у Західному Донбасі здатні забезпечити діяльність багатопродуктового шахтного комплексу. Шахтні води після опріснення можуть стати альтернативним джерелом водоспоживання, що свідчить о необхідності створення на базі існуючих шахт виробничих комплексів для їх очистки та використання. На базі підприємства можливе встановлення установки з опріснення шахтних вод шляхом зворотного осмосу. Отриманий концентрований розчин мінеральних солей після зворотного осмосу подається на обладнання переробки відходів опріснення для подальшого виділення хімічних сольових продуктів методом термічної дистиляції. Основні компоненти концентрату можуть широко використовуватися комунальними службами та промисловими споживачами.

Паралельно з цим температура підземних шахтних вод Західного Донбасу, що складає +12...+18°C протягом року, достатня для ефективного використання теплових насосів типу «вода-вода». Технічно досяжний потенціал використання теплової енергії підземних вод з водовідливних установок складає 1,12 ТДж/рік або 311,9 МВт·год/рік, що еквівалентно енергії, яку можливо отримати при спалюванні приблизно 80 млн т вугілля (при тепловій здатності вугілля 4200 ккал).

Щодобово шахтами ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» видається від 10 до 50 м³ газу на кожен тону видобутого вугілля. Враховуючи високу природну газоцильність вугільних пластів (10-20 м³/т.д.в), є доцільним утилізація шахтного газ-метану на обладнанні когенераційної установки. В даний час компанія ДТЕК «Енерго» успішно впровадила проєкт з утилізації шахтного газу метану на шахті «Степова». Утилізований шахтний газ-метан виступає в ролі додаткового енергоджерела для покриття теплових та електричних навантажень споживачів шахтного комплексу. Електроенергію яка генерується когенераційною станцією, спрямовують на постачання власних електроспоживачів підприємства. При розширенні масштабів утилізації газ-метану на шахті, можливо продавати надлишкову електроенергію на внутрішній енергоринок за спеціальним тарифом.

Як показує світова практика, із запровадженням простих методів переробки та збагачення породні відвали шахт Західного Донбасу можуть слугувати джерелом промислових матеріалів у будівництві. Окрім сукупності різних типів порід, в породних шахтних відвалах міститься до 20% вугілля, при цьому кількість вугілля у шламонакопичувачах вуглезбагачувальної фабрики Павлоградської ЦЗФ може сягати 40-50%. Енергетичний потенціал шахтних відвалів може складати близько 145,3 ТДж, а запасів шламів до 38 ТДж. З цього випливає, що сумарна кількість теплової енергії, яку можна відібрати із продуктів вуглезбагачення тільки у Західному регіоні Донбасу сягає 183,3 ТДж. Таким чином, на базі вугільного підприємства можуть діяти в парі комплекс утилізації шламів з отриманням електроенергії та комплекс переробки породного відвалу. Отже, застосування сучасних методів та технологій переробки вугільних ресурсів дозволить створити підґрунтя для продовження життєвого циклу вугільних шахт України. На прикладі шахт «ДТЕК Павлоградвугілля» встановлено, що в існуючих умовах можливе підвищення ефективності і прибутку вугільних підприємств, за рахунок залучення усього потенціалу мінерально-сировинних ресурсів до переробки та подальшого використання. В якості головної ідеї виступає встановлення багатопродуктового шахтного комплексу, що буде діяти на базі вугільної шахти, забезпечуючи комплексний видобуток з максимальним використанням супутніх продуктів вуглевидобутку.

Список використаних джерел:

1. Krzysztof Mitko and Marian Turek (2021). Membrane-Based Solutions for the Polish Coal Mining Industry. *Membranes* 2021, 11, 638. doi.org/10.3390/

membranes11080638

2. Penghui Gao, Yuntao Wang, Zhenghan Zhang, Yiran Cao, Zhan Liu, Donghai Zhang. (2020). The general methods of mine water treatment in China. *P. Gao et al. / Desalination and Water Treatment 202 (2020) 183–205*. doi: 10.5004/dwt.2020.26153

3. Grasby, S.E., Allen, D.M., Bell, S., Chen, Z., Ferguson, G., Jessop, A., Kelman, M., Ko, M., Majorowicz, J., Moore, M., Raymond, J., and Therrien, R., (2012). Geothermal Energy Resource Potential of Canada, *Geological Survey of Canada, Open File 6914 (revised)*, 322 c. doi:10.4095/291488

4. Zbigniew Malolepszy, Elianne Demollin-Schneiders, Dominic Bowers (2005). Potential Use of Geothermal Mine Waters in Europe. *Proceedings World Geothermal Congress 2005 Antalya, Turkey, 24-29 April 2005*. с.1-2

5. Liu Haibin, Liu Zhenling (2010). Recycling utilization patterns of coal mining waste in China. *Resources, Conservation and Recycling 54 (2010) 1331–1340*. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.05.005

6. K. Grzesik, J. Mikołajczak (2008). The extractive waste management from hard coal mines in Poland. *AGH-UST statutory research for the Polish Department of Management and Protection of Environment No. 11.11.150.008*. с. 4-7.

УДК 622.278

Саїк П.Б. доцент кафедри гірничої інженерії та освіти

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ ПІДЗЕМНІЙ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ

Для забезпечення раціонального відпрацювання запасів корисних копалин необхідно складати річні плани розвитку гірничих робіт. Річний план розвитку гірничих робіт – документ, що розробляється користувачем надр згідно ст. 19 Гірничого закону України та погоджується з органами гірничого нагляду. Необхідно відмітити, що при отриманні спеціальних дозволів на користування надрами невід’ємною його частиною угода про умови користування ділянкою, що укладається між органом з питань надання дозволу і надрокористувачем і містить програму робіт, яка оформляється як додаток, та особливі умови надрокористування, що передбачають: вимоги до ефективності робіт; сучасні технології видобування та переробки корисних копалин; порядок видобування корисних копалин, зокрема з метою запобігання негативним екологічним наслідкам і забезпечення безпеки забудованих територій; види, обсяги і строки виконання робіт на ділянці надр; підстави для припинення діяльності, пов’язаної з використанням ділянки надр [1].

Наразі підземний видобуток запасів вугілля технологією його газифікації в Україні не відбувається але може бути впроваджений короткостроковою перспективою. Тому все нагальними стають дослідження за даним напрямом [2, 3]. При видобутку запасів вугілля підземною газифікацією кінцевим продуктом є горючий генераторний газ та тепла енергія джерелом отримання яких є вугілля [4]. Тому при плануванні розвитку гірничих підприємств, робота яких супроводжується підземною газифікацією вугілля є встановлення річної продуктивності підприємства за кількістю запасів вугілля, що буде газифіковано на основі і чого буде складатися план розвитку гірничих робіт, що регламентує роботу підприємства. Основним параметром, що дозволяє оцінити річну продуктивність підприємства за кількістю запасів вугілля, що буде газифіковано є швидкість посування вогневого вибою.