

## Використання відходів вугільної промисловості як джерел алюмінієвої сировини

**Верех-Білоусова К.Й.**

*Східноукраїнський національний університет, Луганськ*

Исследована возможность использования отвальной породы угольных шахт Луганской обл. как техногенных месторождений алюминия.

**Ключевые слова:** отвальные породы, бактериальное выщелачивание металлов.

Досліджено можливості використання відвальної породи вугільних шахт Луганської обл. як техногенних родовищ алюмінію.

**Ключові слова:** відвальні породи, бактеріальне вилуження металів.

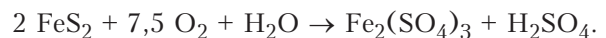
У Луганській обл. діють 80 шахт, видаючи на кожні 1000 т вугілля від 150 до 800 т породи, яка складається у відвали [1]. Такі крупнотоннажні відходи видобутку та переробки вугілля створюють велике техногенне навантаження на екологічний стан регіону. Тому гостро постало питання боротьби із негативними наслідками відвалоутворення, одним із напрямків якого є утилізація відвальної породи. Але питома більшість запропонованих методів та способів утилізації частіш за все не пропонує комплексної переробки породи, є енерго- або капіталомісткими.

Сучасні тенденції розвитку науки дозволили розглядати породні відвали вугільних шахт не як відходи, а як альтеративне джерело техногенноутворених корисних копалин. Постійно зростаючі темпи розвитку технологій та використання металів потребують все більше сировини та джерел енергії, не останнє місце тут займають альтернативні джерела та екологічні способи їх освоєння.

У мінералогічному складі осадових гірських порід вугільних родовищ Донбасу та золі кам'яного вугілля переважають оксиди кремнію, заліза та алюмінію [2]. При цьому частіше трапляються випадки, коли вміст заліза перевищує вміст алюмінію. Присутність заліза у золі вугілля та вуглисто-глинистої породи обумовлена наявністю в них сірчанистих сполук: піриту, марказиту та піротину. У таких піритвміщуючих осадових гірських породах при наявності на їх поверхні вологи з розчиненим в ній киснем атмосферного повітря має місце така реакція [2]:



яка проходить доволі повільно. Окислення піриту інтенсифікується в присутності бактерій *Th. ferrooxidans* [2]:



*Th. ferrooxidans* — грамнегативна паличковидна бактерія, аероб. Оптимальне значення рН середовища — 2,0–2,5. Джерелами енергії є сульфід- та сульфат-іони ( $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ), сірка, тіосульфат. Крім того, *Th. ferrooxidans* використовують як джерело енергії солі двоцвального заліза, окислюють  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$ . Їх організм стійкий до отруйної дії важких металів [2, 3].

Мета роботи — дослідження можливості використання відвальної породи вугільних шахт Луганської обл. як техногенних родовищ алюмінію.

Утворена природним шляхом сірчана кислота може вилужувати з алюмосилікатів при підвищених температурах метали, зокрема алюміній, у водорозчинній формі [4]. Цей механізм природного біохімічного утворення кислоти можна використовувати для отримання алюмінію методом кучного бактеріального вилужування відвальної породи.

Для проведення досліджень були обрані типові для Луганської обл. породні відвали з породою різного ступеню метаморфізму. Проведений аналіз на вміст алюмінію (у вигляді  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) у складі відібраних зразків відвальної породи, наведений у таблиці, показав досить високий вміст  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

### Аналіз зразків відвальної породи на $\text{Al}_2\text{O}_3$

Зразок	Місце відбору	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %(мас.)
1	Шахта ім. М. Свердлова (м. Свердловськ)	20,87
2	Шахта ім. Фрунзе (м. Антрацит)	13,00
3	Шахта «Матроська» (м. Лисичанськ)	18,30

Мікробіологічний аналіз на наявність *Th. ferrooxidans* проводився з проб шахтної води шахти «Луганська», які бралися на глибині 640 м з

діючого розробляемого вугільного пласту L<sub>6</sub>. Показник рН відібраних зразків води знаходився у межах 4,5–4,8, що підтверджувало протікання процесів окислення піриту.

Для виділення мікроорганізмів *Th. ferrooxidans* з отриманої проби було використане рідке поживне середовище 9К Сільвермана — Люндгрена [2, 3]. Для отримання культури поживне середовище було заражене пробами шахтної води. Культивували мікроорганізми тимчасової культури при 35 °С у термостаті. Ріст мікроорганізмів проявлявся у появленні плівки на поверхні пробірки та осаду гідроксиду заліза (III) на дні, зміні кольору розчину з блакитно-зеленого до жовтого або бурого, зменшенням рН (до 2,5–2,0), що викликано увореною у результаті життєдіяльності бактерій сірчаною кислотою. Посів на агаризоване середовище дав на 3–4 добу появлення невеликих округлих колоній бурого кольору. Посівний матеріал утримувався у термостаті при 29–30 °С.

Таким чином, утворену природним шляхом сірчану кислоту можна використовувати для біохімічного отримання металів та сполук, що входять до складу відвальної породи. Для цього отриману в результаті видобутку та збагачення вугілля відвальну породу запропоновано укладати у купи на влаштованих майданчиках та зрошувати бактеріальними розчинами. При укладанні породи у купи потрібно чередувати породний матеріал різного розміру для покращення аерації відвалів рудної породи. Сам процес бактеріального вилуження металів, його швидкість та результат залежатимуть від багатьох факторів, основні з них такі: кількість клітин бактерій у вилужувальному розчині, аерація відвальної породи, її гранулометричний

склад, висота відвалів породи та кількість сульфідних мінералів у її складі.

### Висновки

Складована відвальна порода вугільних шахт є складним об'єктом для хімічного та біохімічного перетворення речовин. Основну роль у таких перетвореннях відіграє сірчана кислота, утворена у процесі життєдіяльності тіонових бактерій *Th. ferrooxidans*. В результаті складних природних процесів утворюються нові мінерали, які містять алюміній. Діяльність бактерій можна використовувати для отримання сировини для виробництва алюмінія, а відвали породи вугільних шахт можна вважати техногенноутвореними родовищами бідної алюмінієвої сировини.

### Список літератури

1. Луганщина — край нашої любові та надії. За матеріалами річного звіту про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2003 році / За ред. В.М. Кошеля. — Луганськ : Держ. упр. екології та природ. ресурсів в Луганській обл., 2004. — 75 с.
2. Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений. — Донецк : Донецк. гос. техн. ун-т, 1996. — 178 с.
3. Кузнецов С.И., Каравайко Г.И. Роль микроорганизмов в выщелачивании металлов из руд. — М. : Наука, 1972. — 248 с.
4. Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение самонагревания горных пород. — Киев : Техника, 1990. — 176 с.

Надійшла до редакції 29.07.10

## Coal Industry Wastes Use as Aluminium Raw Materials Sources

*Verekh-Bilousova K.I.*

*East Ukrainian National University, Lugansk*

The possibility of turn breed of Lugansk region coal mines use as technogeneous aluminium deposits is investigated.

**Key words:** turn breed, metals bacterial leaching.

Received July 29, 2010