

РОЗРОБКА РОДОВИЩ ТА ВИДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 669.3 (477.81)

**ПРОГНОЗУВАННЯ НАЙБІЛЬШ ОПТИМАЛЬНОГО ПІДХОДУ ДО ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИДОБУТКУ МІДІ В РІВНЕНСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**А. О. Лоєвська**

студентка 4 курсу, група ГР-41, навчально-науковий механічний інститут

Науковий керівник – к.т.н., доцент В. О. Козяр

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

**В роботі проведений ретельний аналіз базових технологічних схем видобутку міді. Надана оцінка позитивних та негативних наслідків від використання наведених технологічних схем.**

**Ключові слова:** мідь, підземне вилуговування, бактеріальне вилуговування, купне вилуговування, руда.

**В работе проведен тщательный анализ базовых технологических схем добычи меди. Дана оценка положительных и отрицательных последствий использования приведенных технологических схем.**

**Ключевые слова:** медь, подземное выщелачивание, бактериальное выщелачивание, кучное выщелачивание, руда.

**In the article represented thorough analysis of the basic technological schemes of mining of copper. The estimation of the positive and negative impacts of the above technological schemes is conducted.**

**Keywords:** copper, underground leaching, bacterial leaching, heap leaching, ore.

Щорічні потреби України в міді становлять приблизно 150-170 тис. т, двадцять відсотків з яких забезпечується власним мідним брухтом, а решта у вигляді чорнової міді завозиться із сусідніх країн. Великий інтерес до міді пов'язаний із унікальним поєднанням властивостей, що забезпечує їй широке використання. Висока електро- і теплопровідність, хороша корозійна стійкість, висока пластичність і привабливий природний колір. Більше 70% всієї споживаної міді в Україні йде на електротехнічні вироби; 15% – на елементи будівельних конструкцій; 5% – на деталі машин і механізмів; 4% – на транспортні конструкції і 4% – на інші види виробів. Тому прогнозування найбільш оптимального підходу до технології видобутку міді є актуальною проблемою сьогодення.

Розвиток індустрії вимагає постійного збільшення видобутку стратегічних видів сировини, тому виникає потреба введення в розробку бідних, глибокочаляючих родовищ та хвостосховищ. Застосування геотехнологічних способів вилуговування є надзвичайно складним та, крім того, негативно впливає на навколишнє середовище. Тому процес удосконалення таких способів полягає у визначенні раціональних технологічних параметрів видобутку і складування руди, що забезпечить максимальний ступінь вилучення корисного компоненту з мінімізацією впливу на геологічне середовище і земну поверхню.

**Аналіз останніх досліджень.** З аналізу робіт Е. І. Чернея, А. Д. Калька, Я. Б. Петрівського, М. Г. Лустюка, С. Р. Бобляха, та інших вчених, які свої дослідження проводили на базі родовищ в Рівненсько-Волинського регіону, ми зробили висновок, що деякі технологічні схеми мають низку недоліків, а саме: висока ймовірність забруднення

підземних вод та неповне вилучення цінного компоненту з руди [1].

Саме тому виникла необхідність уніфікації та нового підходу до уже відомих схем видобутку мінеральної сировини. Тому, дослідження та подальший аналіз технологічних схем видобутку проводимо на прикладі мідевмісних базальтів, які зосереджені в лавокластичних брекчіях Рівненсько-Волинського регіону, що за складом та особливостями будови є близькими до відомих самородномідних руд родовища підприємства Ківіно (США). Такі мідевмісні базальти виявлені у Володимирецькому районі в основі нижнього базальтового покриву і приурочені до малопотужних (0,1-0,2 м) горизонтів лавокластичних брекчій, зцементованих переважно мінералами гідротермального походження. Мідь у них знаходиться, в основному, в самородному стані та у вторинних мінералах: куприті, малахіті, азуриті [2].

В Рівненсько-Волинському регіоні зосереджені значні запаси стратегічних видів корисних копалин. Розглянемо основні принципові технологічні схеми видобутку мінеральної сировини, які, на наш погляд, є найбільш оптимальними щодо гірничо-геологічних умов залягання, характерних для регіону.

**Підземне вилуговування** – це спосіб розробки рудних родовищ вибіркоким переведенням корисних копалин у рідку фазу в надрах з подальшою переробкою розчинів, які містять метали [3]. Технологічна схема підземного вилуговування представлена на рис. 1.

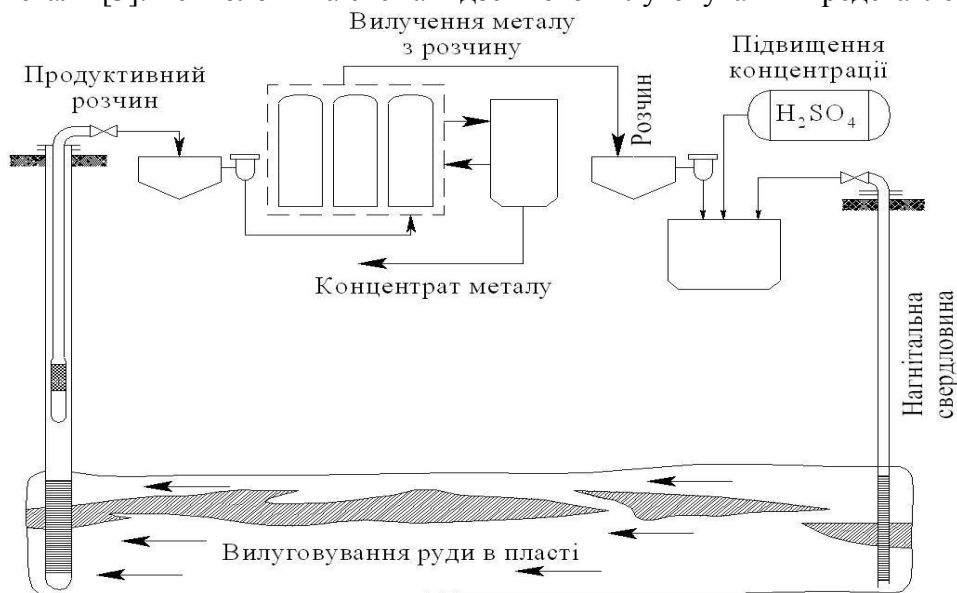


Рис. 1. Технологічна схема підземного вилуговування [4]

Технологія підземного вилуговування базується на тому, що в природних умовах бактерії, які знаходяться в рудах в кількостях до  $10^9$  клітин на 1 г, окислюють сульфідні мінерали і переводять метали, що містяться в них у розчинну форму. Процес проходить при рН 1,0-3,0 і температурі від 5 до 80°C. У руді реагують як мезофільні (що нормально існують і розмножуються при температурі 20-40°C), так і термофільні (що нормально існують і розмножуються при температурі вище 45°C) бактерії, і завдання організації процесу зводиться, в основному, до активізації їх діяльності в природних умовах [1].

**Бактеріальне вилуговування** – процес вилучення хімічних елементів з руд та концентратів за допомогою бактерій або їх метаболітів. Бактеріальне вилуговування поєднується з вилуговуванням слабкими розчинами сульфатної кислоти бактеріального і хімічного походження, а також розчинами, що містять органічні кислоти, білки, пептиди, полісахариди і т.д.

Перший промисловий пристрій бактеріального вилуговування міді був пущений у дію в 1964 році. Вартість міді, отриманої бактеріальним вилуговуванням, є в 3-4 рази нижчою за її

вартість при традиційному видобуванні і переробці [5-7]. Схема такого пристрою зображена на рис. 2.

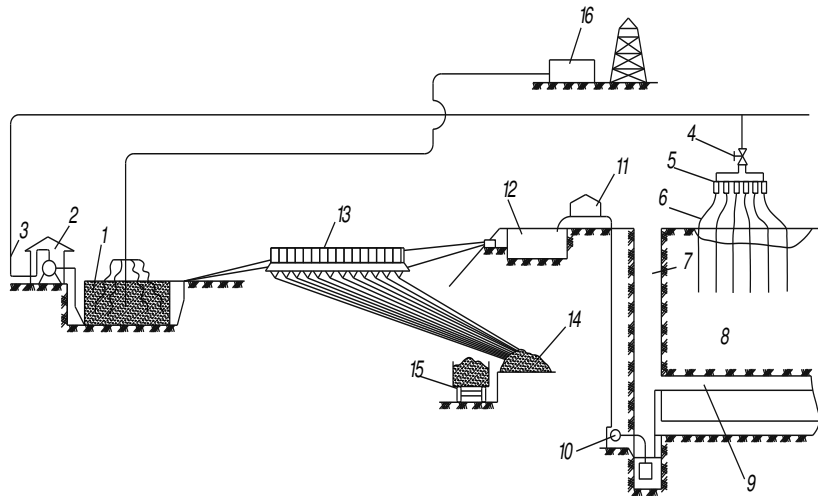


Рис. 2. Схема пристрою бактеріального вилуговування міді:

- 1 – бактеріальний регенераційний струмок; 2 – насосна станція; 3 – трубопровід для подачі розчину;
- 4 – засувка; 5 – колектор; 6 – гнучкі поліетиленові шланги; 7 – свердловини для зрошення рудного масиву;
- 8 – блок руди; 9 – підземні виробки; 10 – насос для відкачування розчину; 11 – лімніграфна будка;
- 12 – відстійник розчину; 13 – цементовані ванни і жолоби; 14 – склад міді;
- 15 – залізничний вагон; 16 – компресорна станція

**Купному вилуговуванню** піддають бідні забалансові руди або старі відвали, утворені від складування забалансової руди, яка видобувалася з кар'єрів або підземних шахт. Складування сучасних куп для хімічного або бактерійно-хімічного вилуговування здійснюють за заздалегідь складеним проектом. Майданчик для складування руди можна покривати шаром цементу або іншими непроникними матеріалами. Але якщо ґрунт щільний і втрати в ньому розчину металу будуть мінімальними, тоді старі відвали вилуговують на природному ґрунті, оскільки перекладання купи на новий майданчик значно збільшує собівартість металу [8, 9]. Принципова технологічна схема процесу наведена на рис. 3. У відвалах крупність породи не регулюється, тому максимальні шматки породи при відкритих гірничих роботах доходять до 1000-1500 мм. Для купного вилуговування новоскладовану забалансову руду дроблять і укладають в купи згідно з розробленими правилами. Собівартість міді у 2-5 рази є нижчою порівняно з міддю, отриманою за традиційною технологією.

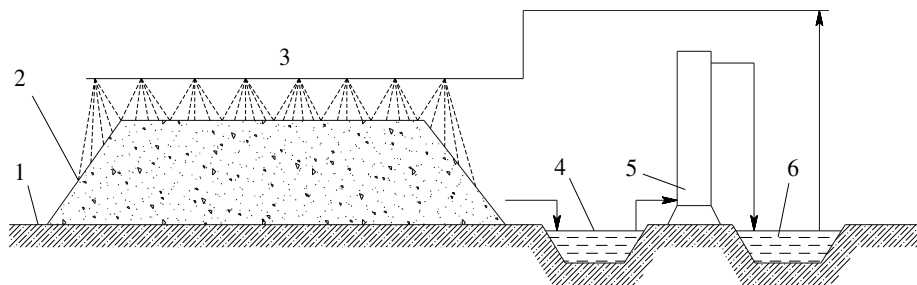


Рис. 3. Технологічна схема купного вилуговування:

- 1 – водонепроникна основа; 2 – відвал; 3 – розбризкувачі;
- 4 – збірник для мідевмісних розчинів; 5 – пристрій для осадження міді;
- 6 – збірник для знеміднених розчинів

Нами було проведено аналіз наявних родовищ міді у Рівненській області та обрано для дослідження родовище мідевмісних базальтів поблизу с. Іванчі.

В адміністративному відношенні територія геолого-екологічних досліджень знаходиться в межах Волинської та Рівненської областей України. За фізико-географічним

районуванням займає північно-східну частину Волинського Полісся в межиріччях рік Стохід - Стир і Стир - Горинь. Місцевість переважно слабо хвиляста, погано дренажена, малостічна з окремими моренними горбами і погано вираженими долинами малих рік. Територія досліджень досить заболочена (до 30%). Основні масиви боліт знаходяться в заплавах річок, на малостічній рівнині, в меншій кількості – на вододілах.

Беручи до уваги той факт, що дослідне родовище знаходиться неподалік від другого за величиною заповідника України, при виборі технологічної схеми видобутку ключового значення потрібно приділити масштабам імовірного негативного впливу від виробництва на навколишнє природне середовище.

Використання способу підземного вилуговування, в якому робочим реагентом є кислота, унеможлиблюється з тієї причини, що при його подачі безпосередньо на місце залягання корисної копалини, контроль над забрудненням підземних вод стає неможливим. Оскільки цінний компонент зосереджений в базальтовому покладі, свердловинний гідровидобуток розглядати недоцільно через міцність базальтів даного родовища від 8 до 12 за шкалою Протод'яконова.

Виходячи із вищесказаного, видобуток сировини підземним способом буровою установкою HG330SP із подальшим вилученням цінного компоненту на поверхні, на наш погляд, є найбільш раціональним вирішенням проблеми при розробці даного родовища.

Слід зазначити, що собівартість сировини, отриманої методом купного вилуговування є в 2-5 разів нижчою порівняно із собівартістю сировини, що отримується за традиційною технологією, а вилучення корисного компоненту на поверхні дає змогу проконтролювати дотримання усіх екологічних норм видобутку, в тому числі і за викидом шкідливих речовин у атмосферу.

Тому, впровадження даної технологічної схеми у виробництво призведе до максимальної економічної ефективності вилучення цінного компонента із здійсненням екологічного контролю над виробництвом.

**Висновки.** Враховуючи виняткове гірничо-геологічне розташування родовища базальтів біля с. Іванчі Рівненської області, пов'язане з наявністю низки населених пунктів та об'єктів заповідного фонду, постає нагальна необхідність у застосуванні комбінованої схеми розробки масиву із використанням підземного способу видобутку поєднаного із вилуговуванням цінного компоненту. Проведений аналіз технологічних схем дозволив використати нові підходи до створення раціональної технологічної схеми видобутку міді на типових родовищах Рівненської області.

#### Список використаних джерел:

1. Козяр В. О. Обґрунтування параметрів процесу підземного вилуговування сульфідної міді методом свердловинного гідровидобутку. Автореф. дис. канд. техн. Наук. НАН України, ІГТМ ім. М. С. Полякова. – Д., 2011. – 19 с.
2. Деревська К. І. Закономірності розміщення самородно-мідної та супутньої мінералізації в межах Рафалівської рудоносної площі / К. І. Деревська [і ін.] // Доп. НАНУ. – 2001. – № 12. – С. 101-105.
3. Лунев Л. И. Инженерные расчеты подземного выщелачивания металлов. / Л. И. Лунев, В. А. Грабовников, Б. Л. Толкунов // Москва. – Изд-во МГРИ, 1977.
4. Лунев Л. И. Добыча урана методом подземного выщелачивания / Лунев Л. И., Грабовников В. А., Толкунов Б. Л. – М., 1980.
5. Mulen M. E. Bacterial sorption of heavy metal / M. E. Mulen, D. C. Wolf, F. G. Ferris, T. J. Beveridge, C. A. Fleming, G. W. Bailey // Appl. Environ. Microbiol – 1989. – V. 55. № 12. – P. 3143-3149.
6. Panin V. V. Bacterial Tank Leaching of Zinc from Flotation Tailings / V. V. Panin [and other] // Proceedings of 15th International Biohydrometallurgy Symposium. – Athens – Greece – 2003 – P. 14-19.
7. Аренс В. Ж. Физико-химическая геотехнология. / В. Ж. Аренс [и др.] // Учебник для вузов – Москва : Изд-во МГГУ, изд-во «Горная книга» – 2010. – 575 с.
8. Волощук С. Н. Кучное и подземное выщелачивание металлов. Монография / С. Н. Волощук, Г. Д. Лисовский, Д. П. Лобанов, В. П. Назаркин и др. – Москва : Недра, 1982. – 113 с.
9. Фазуллин М. И. Кучное выщелачивание благородных металлов. Монография / М. И. Фазуллин // Москва : Академия горных наук, 2001. – 647 с.