

УДК 622.277

Козяр В. О., к.т.н., доцент, Ігнатюк Р. М., к.т.н., старший викладач, Стадник О. С., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЦЕМЕНТАЦІЙНОГО ОСАДЖЕННЯ МІДІ

Досліджено процес цементації міді, визначені та оптимізовані основні параметри, що гальмують осадження корисного компоненту
Ключові слова: мідь, продуктивний розчин, цементація, залізний скрап, інтенсивність перемішування.

Україна входить до числа провідних мінерально-сировинних держав світу. Поєднання різновікових (від архею до кайнозою) структурних елементів, що сформувалися внаслідок вияву всіх властивих становленню земної кори процесів, обумовило широкий діапазон корисних копалин, що складають мінерально-сировинну базу країни. Україна, яка займає всього 0,4% земної суші і де проживає 0,8% населення планети, має в своїх надрах 5% мінерально-сировинного потенціалу світу.

У даний час об'єм видобутку корисних копалин досяг значних розмірів. З кожним роком потреба в природній мінеральній сировині зростає, що викликає необхідність введення в експлуатацію бідніших і глибокозалягаючих родовищ, розробка яких пов'язана зі значними технічними й іншими труднощами, а отже, і несприятливими економічними та екологічними наслідками [1].

У процесі вивчення речовинного складу купромовмісних проб Волині було встановлено два мінералого-технологічних типи руд: із самородною і сульфідною міддю.

Результати досліджень процесів взаємодії купромовмісних руд з біореагентами свідчать про складність механізму біовилуговування, який залежить від мінерального складу руди, величини масової частки міді, крупності матеріалу та інших факторів. У присутності O_2 і бактерій йдуть процеси окиснення сульфідних руд і мідь переходить з нерозчинних сполук в розчинні.

Застосування біотехнологічних методів дозволяє перевести в розчинну сульфатну форму 91,3% міді з сульфідних руд. Це пояснюється поєднанням бактеріального вилуговування з вилуговуванням слабкими розчинами сірчаної кислоти бактеріального і хімічного походження, а

також розчинами, що містять органічні кислоти, білки, пептиди, полісахариди і т.д. При бактеріальному вилуговуванні руд кольорових металів широко використовуються тіонові бактерії *Th. ferrooxidans*, які безпосередньо окиснюють сульфідні мінерали, сірку і залізо та утворюють хімічний окиснювач Fe^{3+} і розчинник – сірчану кислоту. Найбільша швидкість бактеріального вилуговування досягається при тонкому подрібненні руди або концентрату, в пульпах з концентрацією твердого близько 20%, при активному перемішуванні і аерації пульпи, а також оптимальних для бактерій рН, температури і високій концентрації бактерій ($10^9 \dots 10^{10}$ в 1 мл пульпи). Селективність процесу бактеріального вилуговування кольорових металів визначається як кристалохімічними особливостями сульфідів, так і їх електрохімічною взаємодією [2].

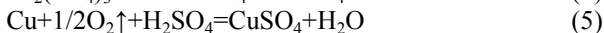
Задачею досліджень є дослідження процесу цементації міді, визначення основних параметрів, що гальмують осадження корисного компонента.

Великий показник переведення міді в розчинну форму потребує максимального показника осадження даної корисної копалини. Проведені дослідження показують, що найбільш економічно доцільним методом вилучення міді з розчину є цементація на залізному скрапі.

Процес цементації міді характеризується наступними рівняннями реакцій:



Побічні реакції процесу:



Розчинення цементаційного осаду за реакціями (4), (5) знижує ступінь вилучення міді, а за реакціями (3), (6) збільшується витрата залізного скрапу. При $pH < 2$ спостерігається утворення основних сульфатів і гідроксидів заліза, які осаджуючись на поверхні скрапу, утворюють додаткові дифузійні опори. В процесі цементації активна поверхня осаджувача блокується цементаційним осадом. З'являється необхідність у постійному оновленні поверхні скрапу [3].

З метою ліквідації вищевказаних негативних явищ розроблена конструкція барабанного цементатора з оптимальними умовами цементації міді, що забезпечує безперервне перемішування розчину зі скрапом при одночасному видаленні частинок цементаційної міді і

зайвих механічних домішок з поверхні скрапу. Схема лабораторної установки наведена на рис. 1.

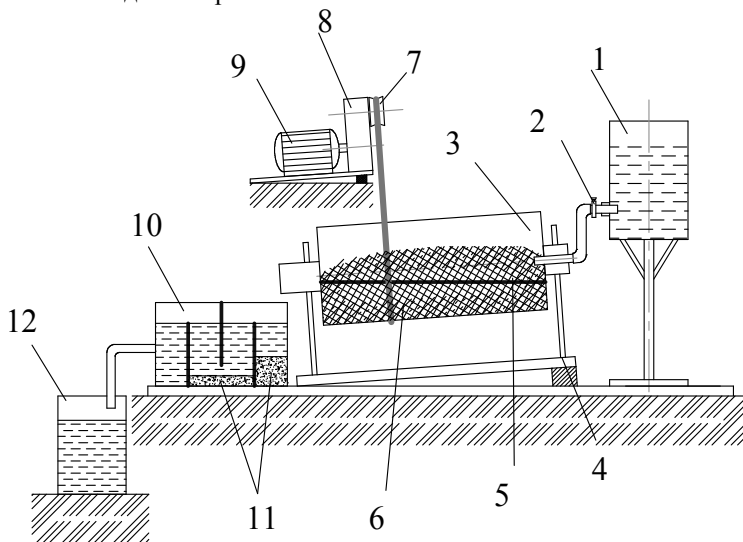


Рис. 1. Схема лабораторної установки цементації міді: 1 – напірна ємність; 2 – регулюючий кран; 3 – барабан; 4 – регулювання нахилу цементатора; 5 – решітка; 6 – залізний скап; 7 – шків; 8 – редуктор; 9 – електродвигун; 10 – відстійник цементаційного осаду; 11 – цементаційний осад міді; 12 – ємність для відпрацьованих розчинів

Дана схема значно зменшить практично більшу кількість поляризаційних та дифузійних обмежень. Тривалість контакту розчину зі скрапом (τ) визначається за формулами:

$$\tau = \frac{t}{K}; \quad (7)$$

$$K = \frac{V_{об.}}{V_n}; \quad (8)$$

$$\tau = t \cdot \frac{V_n}{V_{об.}}, \quad (9)$$

де V_n – постійний об'єм розчину у барабані, дм^3 ; K – кратність обміну розчину; $V_{об.}$ – об'єм обезмідненого розчину; t – тривалість дослідження, хв.

Дослідженнями встановлено [4], що оптимальне відношення діаметра барабана до довжини рівна 1:3 або 1:4. На барабанах діаметром

0,04, 0,1 та 0,4 м визначені мінімальні та максимальні швидкості обертання (рис. 2).

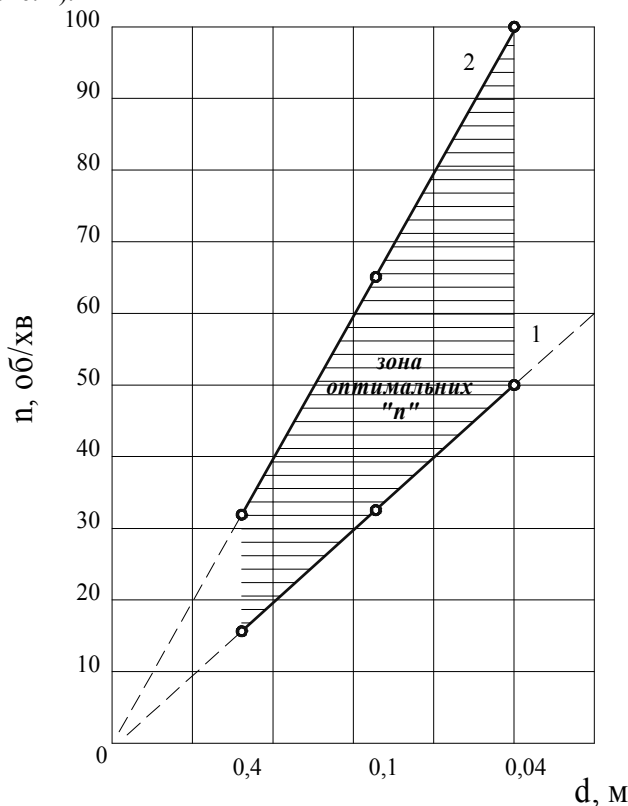


Рис. 2. Залежність швидкості обертання цементатора від діаметра барабана:
1 – n_{\min} ; 2 – n_{\max}

Інтерполяція кривих 1, 2 дозволяє визначити діапазон оптимальних n для промислових апаратів будь-якого діаметра.

Продуктивність барабанного цементатора визначається за формулою

$$Q = \frac{47}{\tau} \cdot d^2 \cdot l \cdot a, \quad \text{м}^3 / \text{год}, \quad (10)$$

де τ – тривалість контакту розчину зі скрапом, хв; d і l – діаметр і довжина барабана цементатора; a – коефіцієнт заповнення барабана розчином.

Об'єм вилучення міді з розчину залежить від маси скрапу завантаженого у барабан та його товщини (рис. 3).

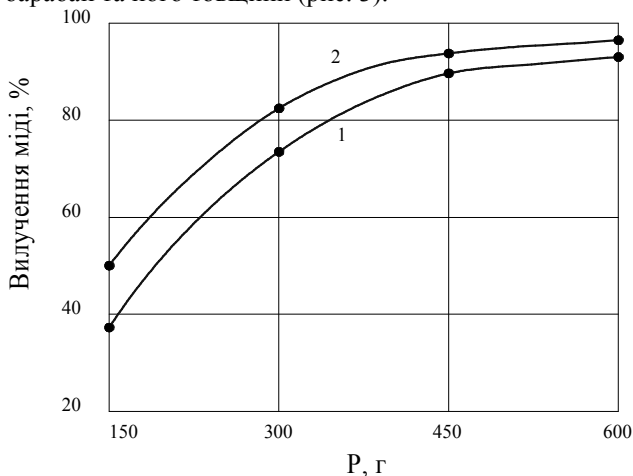
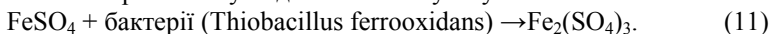


Рис. 3. Залежність вилучення міді від маси завантаженого скрапу при різній тривалості контакту скрапу з розчином: 1 – 1...3 хв, 2 – 2...4,5 хв

При переведенні сульфідних руд в розчинну сульфатну використовують тіонові бактерії як каталізатор [5]. Однак, практично важливий результат окислювальної діяльності бактерій – утворена і постійна регенерація феруму сульфату (III) – розчинника багатьох сульфідних мінералів і металів. Тому, цементні розчини можна регенерувати за допомогою бактерій і знову подавати на вилуговування:



Таким чином, застосування запропонованої технологічної схеми цементаційного осадження забезпечує вилучення міді з розчину до 95...97%, при цьому являється економічно доцільним, оскільки робочим агентом цементатора є металевий брухт, а відпрацьований розчин після регенерації тіоновими бактеріями можна використовувати в процесі вилуговування.

1. Маланчук З. Р. Перспективи видобутку сульфідної міді в західному регіоні України / Маланчук З. Р., Матеюк В. В., Козяр // Тези доповідей міжнародної промислової конференції «Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях», п. Славське, Картати, 2008. – С. 380–382. 2. Халезов Б. Д. Кинетика растворения минералов меди и цинка / Б. Д. Халезов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М. : МГУ, 1999. – № 2. – С. 63–72. 3. Polkin S. I., Panin V. V., Adamov E. V.,

Karavaiko G. I., Chernyak A. S. Theory and practice of utilizing microorganisms in processing difficult-to-dress ores and concentrates. XI Intern. Mineral Processing Congr. Cagliari, paper 33. **4.** Сидякина Г. Г. Минералого-технологические типы медьсодержащих руд в вулканитах Вольни и особенности их биовыщелачивания / Г. Г. Сидякина, Т. В. Носальская // Мінералогічний журнал. – 2008. – 30, № 4. – С. 91–96. **5.** Гольдман Г. М. Теория гидрометаллургических процес сов / Гольдман Г. М., Зеликман А. Н. – М., 1993. – 400 с.

Рецензент: д.геогр.н., професор Калько А. Д. (НУВГП)

Koziar V. O., Candidate of Engineering, Associate Professor, Ihnatiuk R. M., Candidate of Engineering, Senior Lecturer, Stadnyk O. S., Assistant (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF COPPER INTENSIFICATION BY CEMENTATION DEPOSITION

Investigated the process cementation of copper, determined and optimized the basic parameters of hampering the deposition of the useful component.

Keywords: copper, productive solution, cementation, iron scrap, intensity mixing.

Козяр В. А., к.т.н., доцент, Игнатюк Р. М., к.т.н., старший преподаватель, Стадник А. С., ассистент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЦЕМЕНТАЦИОННЫМ ОСАЖДЕНИЕМ МЕДИ

Исследован процесс цементации меди, определены и оптимизированы основные параметры, тормозят осаждения полезного компонента.

Ключевые слова: медь, продуктивный раствор, цементация, железный скрап, интенсивность перемешивания.
