

**Висновки.** Отримані дані свідчать, що можлива переробка комплексних руд з витягом з них не тільки золота, а і молібдену в одному технологічному циклі. У цьому разі послідовність дій така: провести біоокислення руди, з продуктивного розчину вилучити розчинений молібден, а біоокислену руду направити на остаточне розчинення золота під дією ціанідів, або альтернативних розчинників.

### Бібліографічні посилання

1. Бегалинов А. Б. Промышленное освоение тиосульфатной технологии извлечения золота на месторождениях Казахстана / А. Б. Бегалинов, Ч. К. Медеуов, А. П. Яковлев // Горн. журн. – 2001. – № 11. – С. 90–93, 103.
2. Павлова Л. М. Биовыщелачивание золоторудного сырья – метод новой технологии. Генезис месторождений золота и методы добычи благородных металлов / Л. М. Павлова, Н. Г. Куимова, В. М. Катола // Материалы Международной научной конференции, посвященной 300-летию геологической службы России. – Благовещенск, 2001. – С. 217–218.
3. Рашкин А. В. Эколого-экономическая оценка проектов технологии кучного выщелачивания золота в Забайкалье / А. В. Рашкин, Ю. Т. Попова // Первая научно-техническая конференция, посвященная открытию Горного института. [Чита, 1998]: Материалы конференции. 4.2. – Чита, 1998. – С. 55–58.
4. Пат. 2139142 РФ. МКИ6 С 22 В 3/24. Способ переработки материалов, содержащих благородные металлы / В. А. Чантурия, В. Д. Лунин, И. Ж. Бунин. – Оpubл. 12.04.99 // Бюл. № 9.
5. Фазлуллин М. И. Опыт разработки и внедрения комбинированной технологии добычи рудного золота в условиях Чукотки: Докл. научного симпозиума «Неделя горняка-2000», Москва, 31 янв. – 4 фев., 2000., Моск. гос. горн. ун-т. / М. И. Фазлуллин, В. И. Ступин, А. Б. Белоусов // Горн. инф.-аналит. бюл. – 2000. – № 5. – С. 17–24.
6. Bhakta Pragna. Heap bio-oxidation and gold recovery at Newmont Mining: first-year results / Pragna Bhakta Brian Arthur // JOM: J. Miner, Metals and Mater. Soc. – 2002. – 54. – № 10. – С. 31–34.
7. Groudev Stoyan. Microbial heap leaching of an oxid gold-bearing ore. / Stoyan Groudev, I. I. Spasova, I. M. Ivanov // Proceedings of the International Scientific Session «Management of Natural and Technogenic Ricks», Sofia, 4-8 June. 2001. Sofia: «St. Ivan Rilski» Publ. House. – 2001. – С. 275–277.
8. Hall Aaron. Bacteria go for gold // Austral. Mining. – 2000. – 92. – № 8. – P. 20, 22.
9. Silverman M. P. The medium for Thiobacillus ferrooxidans cultivation / M. P. Silverman, D. C. Lundgren // J. Bacteriol. – 1959. – V. 77. – P. 642–648.

Надійшла до редколегії 1.03.07.

УДК 556.31

Н. Є. Яцечко

Дніпропетровський національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМОУТВОРЕННЯ СВИНЦЮ В ОСАДОВИХ ПОРОДАХ ПІВДЕННОГО СХОДУ УКРАЇНИ

Експериментально визначено закономірності формоутворення свинцю у породах, різних за своїм літологічним складом. Виконано багаторівневу екстракцію свинцю з порід південного сходу України. Установлено розподіл металу між рухомими та міцнозв'язаними формами.

**Постановка проблеми.** Фізико-хімічні процеси, які відбуваються у системі «порода – техногенний розчин», з одного боку, призводять до зменшення забруднюючих компонентів, у числі свинцю, а з іншого боку – можуть обумовлювати

техногенні зміни порід. Комплексний підхід до цієї проблеми потребує вивчення форм знаходження свинцю у породах, різних за своїм літологічним складом.

**Метою** даної роботи є дослідження формоутворення свинцю в осадових породах південного сходу України.

**Викладення основного матеріалу.** Насичення порід свинцем проводилось за умов, коли досягається максимальна величина поглинання металу породою, тобто гранична сорбційна ємність. Концентрація свинцю у розчині складала 500 мг/дм<sup>3</sup>. Величина рН вихідного розчину свинцю дорівнювала 5,4. Наважку породи 0,5 г поміщали до колби, заливали розчином солі свинцю об'ємом 50 см<sup>3</sup>, перемішували та залишали на 4 доби. Після цього породу відділяли від розчину та визначали рівноважну концентрацію металу в розчині [1, 2].

Приготовлені таким чином зразки порід піддавали багаторівневій екстракції, за допомогою якої було визначено кількість свинцю, що поглинався у водорозчинній та катіонообмінній формах, у фракціях, пов'язаних з карбонатами, гідроксидами марганцю, аморфними та окристалізованими оксидами заліза, в міцнофіксованій формі.

Як об'єкти дослідження було використано найбільш типові осадові породи: супісок легкий, суглинок лесовий та глини, які відрізнялись ємністю катіонного обміну (ЕКО) та мінералогічним складом, зокрема, вмістом карбонатів кальцію та магнію, що дало можливість визначити вплив цих факторів на форми перебування свинцю у породах різного літологічного складу.

Зразок глини (1) (проба № 8) відзначається значною ємністю катіонного обміну (97,6 мг-екв/100 г). Зразок глини (2) (проба № 15) має менше значення ЄКО (31,0 мг-екв/100 г), але характеризується високим значенням вмісту карбонатів кальцію та магнію (16,6 %) та високою поглинальною здатністю за відношенням до свинцю.

Аналіз отриманих даних показав, що у процесі сорбції свинцю породами різного літологічного складу відбувається зв'язування металу у всіх позиціях, але розподіл свинцю за фракціями, які відповідають різним ступеням багаторівневої екстракції залежить від типу породи та її мінералогічного складу.

Порівнюючи розподіл свинцю за фракціями для порід різного літологічного складу можна відзначити, що кількість свинцю у водорозчинній формі, яку було визначено за допомогою екстракції дистильованою водою є незначною відносно до загальної кількості металу у породі та становить від 0,11% до 0,36%. Катіонообмінна форма свинцю у породі виявилася найбільш характерною для малокарбонатного супіску – 2,4 мг/г, що становить 15,5% від загальної кількості свинцю у породі. Більш, ніж у двічі нижчий вміст цієї фракції для зразків карбонатних глин – 0,9 мг/г (0,9%). Для карбонатного суглинку частка катіонообмінної форми зовсім незначна (0,2%).

Таким чином, слід зазначити, що для порід, які вміщують велику кількість карбонатів кальцію та магнію, ємність катіонного обміну не відіграє значної ролі у процесі поглинання свинцю та не впливає на буферні властивості порід щодо цього металу. Для малокарбонатних порід ємність катіонного обміну є досить впливовим, але не вирішальним фактором, який визначає здатність породи поглинати свинець.

Основна частка сорбованого свинцю (від 62,0% до 76,0%) для усіх досліджених порід незалежно від літологічного складу знаходиться у формі, пов'язаної з карбонатами. Кількість свинцю, який поглинається у цій позиції напряму залежить від вмісту у породі карбонатів кальцію та магнію. Для лесового суглинку та глини (2), які вміщують значну кількість карбонатів (відповідно 28,3% та 16,6%) величина сорбованого в цій формі свинцю досягає 38,0 мг/г. Глина (1) характери-

зується більш низьким вмістом карбонатів (12,7%) і здатна утримувати у позиції, яка пов'язана з карбонатами 27,7 мг/г металу. Малокарбонатний супісок в цій позиції вміщує лише 11,2 мг/г свинцю. Тобто саме вміст карбонатів кальцію та магнію у породі є найважливішим фактором, який визначає буферні властивості порід різного літологічного складу по відношенню до свинцю.

Кількість свинцю у формі, пов'язаної з гідроксидами марганцю та аморфними оксидами заліза, незначним чином відрізнялась залежно від різного літологічного складу порід.

Найбільш характерною ця форма знаходження свинцю у породі виявилася для глин, які мають найбільший вміст марганцю (близько 0,55 мг/г) – кількість металу у цій формі становить 1,05 мг/г. Для супіску, який вміщує 0,15 мг/г марганцю, кількість свинцю, що сорбується на гідроксидах марганцю складає 0,94 мг/г, а для лесового суглинку (вміст марганцю – 0,08 мг/г) становить лише 0,88 мг/г. Треба також зазначити, що частка цієї форми відносно до загальної кількості свинцю, яка поглинається породою є незначною та не перевищує 5,4%.

Також незначною виявилася і кількість свинцю, що поглинається породами різного літологічного складу у формі, пов'язаній з окристалізованими оксидами заліза. Найбільше її значення спостерігається для сугіску та глини (2) – відповідно 1,00 та 0,88 мг/г. Саме ці породи вміщують найбільшу, ніж інші кількість заліза – від 15 до 17 мг/г. Менш характерна ця форма для глини (1) – 0,56 мг/г. Для лесового суглинку, який вміщує лише 7,9 мг/г заліза, частка цієї форми виявилася зовсім незначною (0,2%).

Для деяких типів порід виявлено залишкову фракцію. Вона виявилася характерною лише для карбонатних глин та лесового суглинку. Кількість цієї форми складає від 9,0 до 15,0 мг/г, що становить до 30% від усієї маси свинцю, що поглинається породою. Для малокарбонатного супіску залишкової фракції не виявлено.

За даними багаторівневої екстракції були розраховані величини рухомих та міцнозв'язаних форм свинцю у різних за літологічним складом породах. Рухомі форми визначалися як сума водорозчинної та катіонообмінної форм свинцю у породі. До складу міцнозв'язаних форм увійшла кількість свинцю, що знайдена у позиціях, пов'язаних з карбонатами, гідроксидами марганцю, аморфними і окристалізованими оксидами заліза та у залишковій формі.

**Висновки.** Установлено, що від 83,7% до 99,3% сорбованого свинцю знаходиться у міцнозв'язаній формі, тобто усі породи різного літологічного складу здатні достатньо міцно утримувати свинець.

Таким чином, найкращі буферні властивості щодо свинцю проявляють лесові суглинки та глини, які вміщують значну кількість карбонатів кальцію та магнію. Тому ці породи можна використовувати як природні сорбенти з метою очистки природних та стічних вод від свинцю. При цьому можна гарантувати ефективність технології очистки, а у випадку використання цих порід як геохімічних екранів уникнути можливості вторинного забруднення довкілля.

1. Шарло Г. Методы аналитической химии. – М., 1969. – 1204 с.

2. Карякин А. В. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод / А. В. Карякин, И. Ф. Грибовская. – М., 1987. – 304 с.

Надійшла до редколегії 7.03.07.