

М. З. Серебряная, С. К. Малинкина, Л. М. Долгих

Днепропетровский национальный университет

## ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОБ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ РУД ПРИ ИХ ФРАКЦИОНИРОВАНИИ

Установлено, що фракціонування сульфідно-кварцових золотовміщуючих руд Андріївського рудопрояву призводить до змін у хімічному та мінеральному складі фракцій.

**Введение.** Золотосодержащие руды характеризуются различным минеральным составом, что определяется генезисом этих руд. Технологические приемы извлечения золота, во многом, определяются типом нахождения золота в руде. В случае рассыпного золота это цианирование, при наличии ассоциированного с сульфидами золота это предварительное окисление пирита или арсенопирита с последующим цианированием.

Современные требования к вновь разрабатываемым технологиям, в первую очередь, направлены на их экологическую безопасность. В отношении извлечения золота неблагоприятными для окружающей среды являются процессы окисления сульфидов, которые осуществляются обжигом или воздействием агрессивных сред и цианирование золота. В насыщенном промышленными предприятиями Приднестровье внедрение таких технологий крайне нежелательно. В связи с этим, нами разрабатывается биотехнология, имеющая своей целью окисление сульфидов при воздействии тионовых бактерий, которое протекает в мягких условиях (температура  $+25^{\circ}\text{C} \dots +30^{\circ}\text{C}$ , слабоокислая среда, нормальное атмосферное давление) и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Рост и размножение тионовых бактерий зависит от условий среды обитания, что, в случае биовыщелачивания руд, во многом определяется их химическим составом.

В последние годы ведется интенсивное изучение месторождений золотосодержащих руд Приднестровского региона. Среди них выделяются своей перспективностью Сергеевское месторождение и Андреевское рудопроявление.

Целью настоящей работы является изучение изменения химического состава золотосодержащих руд Андреевского рудопроявления при их фракционировании по крупности рудных частиц.

**Методы исследований.** Полученную из Новомосковской геологической экспедиции пробу руды с размером частиц  $>0,315$  мм расфракционировали на ситах на пять фракций: 1 –  $>0,315$  мм; 2 –  $0,25-0,315$  мм; 3 –  $0,1-0,25$  мм; 4 –  $0,063-0,1$  мм; 5 –  $<0,063$  мм. Удельное содержание указанных фракций составило от 0,1% до 58%. Наименьшее – имели фракции более  $0,315$  мм и  $0,25-0,315$  мм, наиболее представительной оказалась фракция  $<0,063$  мм – 58%.

Химический анализ руд. Кальций, магний, железо общее и трехвалентное определяли титриметрическими методами [1; 2, с. 170–172, 108–110, 90–102]; железо двухвалентное – по разности между общим и трехвалентным.

Содержание алюминия определяли фотоколориметрически [2, с. 160–162].

Для определения содержания кремния, общей серы и серы растворенных сульфатов применяли гравиметрические методы [1, с. 178–180, 184]; серу сульфид-



ную определяли по разности общего содержания серы в руде и серы растворенных сульфатов.

**Изложение основного материала.** Проведенное фракционирование двух рудных образцов Андреевского рудопроявления на ситах 0,315 мм; 0,25 мм; 0,1 мм и 0,063 мм показало, что распределение рудных частиц по фракциям имеет следующий вид: фракция >0,315 мм – 0,08–0,84%; 0,25–0,315 мм – 1,09–3,11%; 0,1–0,25 мм – 22,9–24,0%; 0,063–0,1 мм – 15,0–15,69%; <0,063 мм – 56,0–58,03%.

В трех наиболее представительных фракциях изучен химический состав, данные представлены в таблице.

Таблица  
Химический состав проб золотосодержащих сульфидно-кварцевых руд Андреевского рудопроявления

Размер частиц, мм	Удельное содержание фракции, %	Содержание элементов, %								
		Si	Al	Ca	Mg	Fe общее	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	S общая	S сульфидная
0,1–0,25	3,11	30,48	5,93	1,63	2,58	6,25	5,88	0,37	4,66	4,57
0,063–0,1	23,81	26,90	5,93	2,50	2,35	9,07	8,56	0,51	6,89	6,81
< 0,063	70,41	28,06	6,98	2,50	3,20	6,04	5,69	0,35	3,15	3,13

Анализ полученных данных показывает, что золотосодержащие сульфидно-кварцевые руды Андреевского рудопроявления содержат очень высокий процент окислов кремния и алюминия (соответственно SiO<sub>2</sub> – 57,95–65,13% и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11,2–13,2%). Содержание железа в пересчете на окислы составляет 8,09–11,73%. Соединения кальция и магния в сумме не превышают 6,56–8,3%. Этот показатель весьма важен для осуществления процесса биовыщелачивания, так как подщелачивание реакционной смеси ухудшает течение процесса.

Наличие соединений серы, в особенности сульфидной, свидетельствует о наличии сульфидов железа в руде, составляющее по расчетным данным от 5,91% до 12,92%. Именно сульфиды железа являются основным объектом нашего внимания, поскольку биотехнологический процесс направлен на окисление сульфидов.

Сравнительный анализ химического состава трех фракций показал наличие существенных отличий, а именно:

- в более крупных фракциях в большей степени представлены окислы кремния;
- в более мелких фракциях нарастает содержание щелочных металлов, кальция, магния и алюминия;
- содержание соединений железа и серы изменяется синхронно – минимальное содержание отмечено в самой мелкой фракции, максимальное – в средней фракции.

Полученные результаты показали, что при фракционировании руды происходит перераспределение минералов по фракциям; наиболее существенное различие установлено для пирита, его максимальное содержание отмечено во фракции 0,063–0,1 мм, что превышает содержание пирита во фракции 0,1–0,25 мм в 1,49 раза, а во фракции <0,063 мм в 2,16 раза. Это свидетельствует о том, что путем фракционирования проба может быть обогащена пиритом, при этом в 23,81% веса пробы будет сосредоточена почти половина всего количества пирита.



**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что фракционирование проб Андреевской руды приводит к перераспределению минералов и, соответственно, к изменению химического состава фракций. Это выражается в обогащении определенных фракций пиритом и щелочными минералами, что имеет принципиальное значение для активности протекания процесса биоокисления золотосодержащих сульфидно-кварцевых руд, а также предполагает возможность обогащения золотом фракции, поскольку в сульфидных рудах золото ассоциировано с пиритом или арсенопиритом.

### Библиографические ссылки

1. Анализ минерального сырья / Под. ред. Ю.Н. Книпович. – Л., 1969.
2. Ляликов Ю.С. Анализ железных, марганцевых руд и агломератов. – М., 1966.

*Надійшла до редколегії 6.10.07*