ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТА И РАЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

Дуйшонбаев Н.П.

ИГД и ГТ, Бишкек, Кыргызстан, eakr.info@gmail.com

Аннотация: Даны результаты исследований по определению гранулометрической характеристики свободного золота, а также полученные данные рационального анализа на золото изучаемой руды.

Ключевые слова: тонкодисперсное золото, породные минералы, мелкие и тонкие частицы.

GRANULOMETRIC CHARACTERISTICS OF GOLD AND RATIONAL ANALYSIS OF GOLD-BEARING ORE

Dujshebaev N.P.

Institute of mining and mining technologies named after, Bishkek, Kyrgyzstan

Abstract: The article presents studies result on determination of free gold particle size characteristic; also, by rational analysis, it was obtained data of studied gold ore.

Key words: fine gold, rock minerals, fine and fine particles.

Характер крупности и вкрапленности золота, его геометрические формы, взаимосвязь с рудообразующими сульфидными и породными минералами влияют на выбор методов и аппаратов для извлечения минеральных форм золота. В коренных рудах различают: крупное золото (более 70мкм), мелкое золото (-70+20мкм), тонкое и тонкодисперсное золото (менее 20мкм). Золото мелкое и крупное достаточно полно выделяется с применением гравитационных и флотационных методов. Тонкое и тонкодисперсное золото руд не раскрывается от сростков с другими минеральными формами даже при ультратонком измельчении; при цианировании такое золото не вскрывается; при флотации и гравитации частично извлекается с минералами-носителями: сульфидами меди, пиритом арсенопиритом, халькозином и другим [1]. В этой связи большое внимание уделяется исследованиям гранулометрического и рационального анализа на золото.

Объектом исследования является технологическая проба золотосодержащей руды месторождения Бозымчак. При исследовании анфлифов, тонкие частицы самородного золота встречены в халькозине. Изучение золота проводилось на материале объединенного концентрата, полученного из центробежного концентратора «Нельсон» при гравитационном обогащении исходной руды. Установлено, что золото присутствует в самородном виде. Других форм нахождения драгоценного металла не выявлено. Цвет золота золотисто-желтый. Он вуалируется пленками темного цвета. Атомно-абсорбционным анализом определено, что пробность свободных золотин составляет 718 единиц, что позволяет отнести его к классу относительно низкопробного. Форма крупных частиц золота, в основном, неправильная уплощенная и неправильная компактная, реже комковатая. Мелкие и тонкие частицы золота имеют неправильную и чешуйчатую морфологию.

Размер свободных золотин изменяется отминус 0,25мм до минус 0,05 мм. Гранулометрическая характеристика золота в исходной руде, представлена в табл. 1.

Гранулометрическая характеристика золота в исходной руде
Таблица 1

Классы крупности, мм	Выход класса, %
Минус 0,25+0,15	0,2
Минус 0,15+0,10	1,8
Минус 0,10+0,07	Редкие зерна
Минус 0,07+0,05	98,0
Итого	100,0

Как показывают данные, приведенные в таблице, подавляющая масса золота в пробе руды (98%) представлена мелкими, тонкими и тонкодисперсными золоти́нами. Так, доля класса минус 0,25 + 0,07 мм составляет 2,0 % от общей массы золота, при этом 1,8% приходится на класс крупности минус 0,15+0,10 мм. Наличие весьма небольшого количества крупного (+ 0,07 мм) золота вызовет колебания при определении содержания золота в исходной руде. С целью определения массовой доли тонкого и тонкодисперсного золота (интервал крупности 3 - 25мкм) на двух параллельных навесках исходной руды был выполнен сцинтилляционный анализ. Средние результаты данного анализа приведены в табл. 2.

Распределение тонкого и тонкодисперсного золота по интервалам крупности
Таблица 2

Интервалы крупности, мкм	25-15	<15-12	<12-9	<9-5	<5-3	Итого
Массовая доля частиц золота, %	14,3	7,1	11,9	35,7	31,0	100
Доля золота, присутствующего за счет частиц данной крупности, г/т/ %	1,2/75,0	0,2/12,5	0,1/6,3	0,08/5,0	0,02/1,2	1,6/100
Средний диаметр золоти́ны	12,4 мкм					

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что доля тонкого и тонкодисперсного золота составляет 97,6% от общего содержания (1,64г/т) драгоценного металла в пробе руды. Из них, основная масса золота (75%) связана с золоти́нами, крупность которых находится в интервале 25-15 мкм. Средний расчетный диаметр частицы золота составляет 12,4 мкм.

Рациональный анализ на золото исходной пробы руды месторождения «Бозымчак» был выполнен по методике, используемой в институте «Иргиредмет», на навеске массой 1 кг и исходной крупностью материала минус 2,0 мм [2].

Определены следующие формы нахождения золота: свободное (извлекаемое амальгамацией), в виде сростков (цианируемое), извлекаемое цианированием после обработок соляной и азотной кислотами, а также тонко вкрапленное в породообразующие минералы. С целью уточнения вскрываемости золота при измельчении, амальгамация проведена стадийно при последовательном понижении крупности отминус 2,0мм до 97% класса минус 0,074мм. В связи со значительным количеством шламового материала, операция цианирования проведена в присутствии сорбента (смолы АМ-2Б в СН - форме).

Результаты проведенного рационального анализа показали (таблица 3), что массовая доля амальгамируемого золота составляет 47,7%. На долю золота в сростках приходится 23%. Всего в цианируемой форме присутствует 70,7% золота. По данным стадийной амальгамации 38,5% драгоценного металла (81% от общего количества свободного золота) вскрывается уже на первых стадиях измельчения: классы минус 2,0 + 0,2мм. В упорной, не доступной прямому цианированию, форме находится 29,3% благородного металла. На долю золота, ассоциированного с комплексом минералов, растворимых в соляной кислоте (оксиды и гидроксиды железа, карбонаты, волластонит) приходится 9,6%. После обработки в HNO₃ (растворение сульфидов) цианированием извлекается 13,4% драгоценного металла. В породообразующие минералы заключено 6,3% золота.

Таким образом, руда является упорной к процессу цианирования. [3] Основной причиной упорности является тесная ассоциация золота с сульфидными минералами.

Для оценки возможности переработки данной руды методом кучного выщелачивания проведены тестовые опыты в следующих условиях: крупность материала минус 2,0мм, концентрация цианида натрия 2,0г/л, известь - 3 кг/т, Ж: Т = 2:1, продолжительность цианирования 24 ч.

Результаты рационального анализа на золото исходной руды

Таблица 3

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными и породообразующими компонентами	Распределение золота	
	г/т	%
Свободное, извлекаемое амальгамацией, в том числе при последовательном понижении крупности помола:	0,750	47,7
минус 2,0мм	0,223	14,2
минус 1,0мм	0,254	16,2
минус 0,5мм	0,128	8,1
минус 0,2мм	0,084	5,3
минус 0,074мм	0,061	3,9
В сростках (цианируемое)	0,36	23,0
Всего в цианируемой форме	1,11	70,7
Извлекаемое цианированием после обработки в HCl(связанное с оксидами, гидроксидами железа, карбонатами, волластонитом и др.)	0,15	9,6
Извлекаемое цианированием после обработки в HNO ₃ (ассоциированное с сульфидами)	0,21	13,4
Ассоциировано с породообразующими минералами	0,10	6,3
Всего в исходной (по балансу)	1,57	100,0

Цианистые растворы проанализированы атомно-абсорбционным методом, кеки цианирования – пробирным методом (спеканием).

Результаты тестовых опытов приведены в таблице 5. Установлено, что методом цианистого выщелачивания из руды крупностью минус 2,0 мм возможно извлечь от 42,0 до 49,4% золота. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о нецелесообразности применения кучного выщелачивания.

Результаты тестовых опытов по кучному выщелачиванию исходной руды

Таблица 4

№ опыта	Концентрация золота в растворе, мг/л	Содержание золота в кеке цианирования, г/т	Содержание золота в исходной руде (по балансу)	Извлечение золота в раствор, %
1	0,39	0,80	1,58	49,4
2	0,33	0,91	1,57	42,0

Выводы. Основная масса золота (97,6%) представлена тонкими и тонкодисперсными золотинами со средним диаметром частиц золота – 12,4 мкм. Золото ассоциировано, главным образом, с сульфидами и относится к классу низкопробного. Руда упорна к цианистому процессу. Основной причиной упорности является тесная ассоциация золота с сульфидными и породообразующими минералами, главным образом волластонитом.

Использованная литература

1. Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. – Иркутск, 1999. – 342 с.
2. Методы минералогических исследований / Под ред. А.И.Гинзбурга. Справочник. – М.: Недра, 1985. – 476 с.
3. Богданов О.С. и др. Справочник по обогащению руд. – М.: Недра, 1982. – 300 с.