© Г.С. Крылова, Н.В. Ибрагимова, 2006

УДК 622.342.1

Г.С. Крылова, Н.В. Ибрагимова

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ УПОРНОГО ЗОЛОТОСУЛЬФИДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Семинар № 24

Лицензионная привлекательность разведываемых месторождений золота и целесообразность их последующего освоения во многом определяются эффективностью используемых технологий переработки минерального сырья. Многолетний опыт ЦНИГРИ по технологической оценке качества руд и разработке технологии извлечения драгоценных металлов, а также промышленная практика показывают, что наиболее эффективно и выгодно перерабатываются легкообогатимые руды, в которых золото находится в свободном состоянии и сростках, последние хорошо раскрываются при обычном режиме измельчения до крупности 75-85 % -0,074 мм.

Для извлечения золота из труднообогатимых (упорных и частично упорных) руд, в которых значительная часть металла (50-90 %) находится в упорной форме – тонко вкраплено в сульфиды и породообразующие минералы, покрыто пленками и прочее, требуются сложные технологии. Кроме того, в рудах часто присутствуют вредные примеси мышьяка и органического углерода, которые осложняют процессы извлечения золота. Применение традиционных технологий цианирования для таких руд и концентратов часто недостаточно эффективны. Обогащение упорных руд обычно проводят по более сложным флотационным схемам и режимам и при более тонком помоле 85-95 % -0,074 мм. Флотация комбинируется с гравитацией или цианированием хвостов флотации. Извлечение золота в цикле обогащения руды составляет 85-92 %.

Переработка полученных упорных концентратов осуществляется с помощью специальных технологий: сверхтонкое измельчение до крупности 95-100 % - 0,044 мм или -0,02 мм, обжиг, автоклавное или бактериальное выщелачивание с последующим цианированием (сорбцией золота на смолу или уголь). Только использование сложных нетрадиционных технологий позволяет получить высокое извлечение золота из концентратов (90-95 %) и рентабельно перерабатывать упорные руды.

Объектом настоящего исследования являлся частично упорный золотосульфидный концентрат с содержанием золота 177,30 г/т. Основные рудные минералы представлены арсенопиритом и пиритом, содержание серы – 24,6 % (сульфидной – 24,2 %), мышьяка – 22,2 %, углерода органического – 0,4 %, сурьмы – 0,03 %.

Фазовый анализ золота тонкоизмельченного концентрата (90 % -0,07 мм), выполненный в сорбционном варианте, показал (табл. 1), что содержание свободного золота составляет – 21,30 %, в открытых сростках – 68,08 %, в кисло-

Таблица 1

Результаты цианирования частично упорного сульфидного концентрата крупностью 80%-0,074 мм в агитационном режиме при разной концентрации цианида натрия

Формы нахождения золота в пробе концентрата	Содержание золота, г/т	Распределение золота, %
Золото в виде свободных зерен с относительно чистой поверхностью (амальгамируемое)	37,77	21,30
Золото в виде открытых сростков с сульфидными компонентами (цианируемое)	120,71	68,08
Золото, заключенное в кислоторастворимых минералах, под пленками оксидов и гидроксидов железа	0,39	0,22
Золото тонковкрапленное в сульфидах	15,69	8,85
Золото, заключенное в кислотонерастворимых минералах (кварце, алюмосиликатах и др)	2,74	1,55
Итого по пробе концентрата (по балансу)	177,30	100

Таблица 2

Результаты агитационного цианирования частично упорного сульфидного концентрата

Крупность концентрата, мм	Время цианирования, час	Извлечение золота, %	
		Агитационный режим	По способу ГЕККО
80%-0,074	2	78,55	92,47
	6	86,13	92,56
	12	89,38	92,58
80%-0,044	24	88,93	92,61
80% -0,020		90,07	

Таблица 4

Сравнительная таблица результатов изучения кинетики цианирования частично упорного гравитационного концентрата в агитационном режиме и по способу ГЕККО

Концентрация цианида натрия, %			
0,05	0,2	1,0
78,00	78,55	90,25
81,15	86,13	90,34
89,15	89,38	89,88
88,18	88,93	89,54

торастворимых минералах и под пленками – 0,22%, ассоциированного с сульфидами – 8,85 % и в породообразующих минералах – 1,54 %.

Присутствие золота в ассоциации с сульфидными минералами и высокая сорбционная активность углерода определяют упорность концентратов к переработке методами цианирования. Для снижения негативного влияния присутствующего в концентрате органического углерода известно применение сорбентов (активированный уголь или смола) либо депрессоров. В данной работе применяли депрессор - керосин в соотношении 1:1 к содержанию органического углерода в концентрате.

Для определения показателей извлечения золота из концентрата в базовом варианте он был процианирован в следующих условиях: крупность материала - 80 % -0,074 мм, плотность пульпы -30 % твердого, pH 10,0-10,5, загрузка нитрата свинца -0,3 кг/т, концентрация цианида натрия -0.2 %, концентрация кислорода в пульпе 0,020-0,025 %, загрузка керосина – 3,8 кг/т, время цианирования- 12 час. За этот период цианирования извлечение золота в раствор из концентрата составило 89,38 % (табл. 2).

Для интенсификации процесса гидрометаллургического извлечения золота из частично упорного гравитационного концентрата могут быть использовали следующие методы:

- увеличение тонины помола концентрата
- увеличение концентрации цианида натрия
- изменение гидродинамических условий процесса (цианирование по способу ГЕККО).

С целью оценки влияния тонины помола концентрата на показатели его цианирования, исследуемый сульфидный концентрат был доизмельчен до крупности 80 %-0,044 мм и 80 %-0,020 мм и процианирован в тех же самых условиях. Результаты цианирования тонко измельченного концентрата приведены в табл. 2.

Повышение тонины помола концентрата с 80 %-0,074 мм до 80%-0,020 мм практически не приводит к повышению в извлечении золота, что является свидетельством присутствия в концентрате тонкодисперсного золота, находящегося в тесной ассоциации с сульфидными минералами (главным образом, с арсенопиритом).

Изучение влияния концентрации цианида натрия на показатели извлечения золота проводили на концентрате базовой крупности(80 %-0,074 мм) со съемом кинетики процесса. Концентрацию цианида натрия изменяли в диапазоне от 0,05 % до 1,0 %. Прочие условия цианирования оставляли без изменения. Результаты цианирования при различных концентрациях цианида натрия представлены в табл. 3.

При этом отмечено, что повышение концентрации цианида натрия с 0,05 % до 1,0 % не приводит к значительному повышению извлечения золота, но позволяет сократить продолжительность цианирования в два раза по сравнению с базовым вариантом с 12 до 6 часов.

Для оценки влияния последнего фактора - изменения гидродинамики процесса использовали цианирование по способу и в аппарате ГЕККО. При цианировании по способу ГЕККО, в зависимости от вещественного состава сырья и характеристики золота можно использовать различные варианты ведения процесса. В данной работе использовали вариант с достаточно плотной пульпой (30 % твердого) и высокой концентрацией цианида натрия (2,0 %). Цианирование проводилось в открытом реакторе в непрерывном цикле, с постоянным выводом прореагировавшей пульпы из реактора. Сравнительные результаты цианирования по способу ГЕККО и способу агитационного цианирования приведены в табл. 4.

Анализ результатов проведенных испытаний по цианированию гравитационного концентрата в агитационном режиме и по способу ГЕККО показал, что при традиционном агитационном цианировании извлечение золота за 12 часов составляет 89,38 %, тогда как цианирование по способу ГЕККО обеспечивает уже за 2 часа извлечение золота на уровне 92,5 %.

Таким образом, использование способа Гекко для извлечения золота из частично упорного минерального сырья позволяет существенно интенсифицировать процесс его цианирования.

Коротко об авторах

Крылова Г.С., Ибрагимова Н.В. – ФГУП «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» ЦНИГРИ, Москва.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КРИВОЛАПОВ Виктор Григорьевич	Разработка методов управления взаимодействием ударной воздушной волны с рассредоточенными водяными заслонами в подземных выработках	25.00.20	к.т.н.