

УДК 622.765

*Г.С. Крылова***НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ  
ЗОЛОТА ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ  
БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Семинар № 24

**Р**азвитие золотодобывающей промышленности в современных условиях предполагает вовлечение в эксплуатацию месторождений золото-содержащих руд, значительная часть которых представлена сырьем сложного вещественного состава - труднообогатимыми кварцевыми или сульфидными рудами. Характерной особенностью таких руд является наличие золота микронных и субмикронных размеров, тонко вкрапленного в минералы-носители (кварц, карбонаты, сульфиды). Целесообразность последующего освоения таких месторождений во многом определяется эффективностью используемых технологий переработки. 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. Применение простых традиционных технологий переработки легкообогатимых руд обеспечивает, как правило, высокое извлечение золота из руды (90-95 %).

Для извлечения золота из упорных руд, в которых значительная часть металла (50-90 %) находится в упорной форме – тонко вкраплено в сульфиды и

породообразующие минералы, покрыто пленками и рубашками и т.д. требуются сложные технологии. Применение традиционных технологий цианирования для таких руд и концентратов мало эффективно. Обогащение упорных руд обычно проводят по более сложным и при более тонком помоле 85-95 % -0,074 мм. Извлечение золота в цикле обогащения руды составляет 85-90 %

Переработка полученных упорных концентратов осуществляется с помощью специальных технологий: сверхтонкое измельчение до крупности 95-100 % -0,044 мм или -0,020 мм, обжиг, автоклавное или бактериальное выщелачивание с последующим цианированием (с 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.

Наряду с легкообогатимыми и упорными имеются также руды, в которых золото частично (до 10-30 %) находится в упорной форме. В процессе традиционной переработки таких руд цианированием извлечение золота не превышает 70-85 %. При обогащении богатых руд содержание золота в хвостах достигает 2 и более г/т, что сопоставимо с содержанием золота в бедных рудах. Применение сложных и дорогостоящих технологий для повышения извлечения благородных металлов из частично упорных

руд и концентратов не рационально. Для такого минерального сырья необходимо использовать новые нетрадиционные малозатратные технологии.

Одной из таких технологий является развивающаяся в последние годы технология на основе магнитно-импульсных воздействий (МИО). При любом физическом воздействии – ультразвуковом, радиационном, электромагнитном, в том числе и сверхвысокочастотном (СВЧ) – минералы претерпевают структурные изменения, выражающиеся в искажениях, деформациях кристаллической решетки, возникновении различных дефектов, в фазовых превращениях и т.д. Этот эффект обусловлен тем, что при импульсном магнитном воздействии внешнее электромагнитное поле распространяется по всему объему руды. При наличии в руде минералов - пьезоэлектриков (например, кварца, турмалина) или магнитных зерен (например, сульфидов, оксидов и др.) МИО вызывает в этих зернах эффекты магнитострикции и пьезострикции, характеризующиеся возникновением деформаций в отдельных минералах. За счет неоднородности магнито-диэлектрических и механических свойств минералов, входящих в состав руды, а также наличия воды на границах зерен возникает концентрация полей и усилий, приводящих к растягивающим и сдвиговым напряжениям, соизмеримым с величиной критических напряжений на растяжение и сдвиг. Учитывая, что прочность руды на растяжение и сдвиг в 6-10 раз меньше прочности на сжатие, а полезная работа внутренних сил по разрушению пропорциональна квадрату величины напряжений, можно сделать вывод, что энергоемкость МИО, приводящая к развитию трещин на межзеренных границах, может быть более чем в 35-100 раз меньше

энергоемкости при механическом сжимающем воздействии, приводящем к аналогичному результату. Энергозатраты при МИО составляют максимум 1 % от энергоемкости помола руды в мельницах, а снижение после МИО энергоемкости помола достигает 50 %. Кроме того, по объему материала возникают трещины, облегчающие проникновение растворов цианидов к частице металла. Также известен эффект возрастания скорости химических реакций при электромагнитном воздействии.

Объектами исследований по оценке возможности использования электромагнитных полей для повышения извлечения золота цианированием служили различные типов золотосодержащего минерального сырья: кварц-полевошпатовая и кварц-кар-бонатные руды и сульфидные флотационные концентраты.

Сравнительные результаты цианирования исследуемых образцов после их предварительной МИО приведены в табл. 1.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об эффективности МИО пульпы перед цианированием: для всех исследованных образцов минерального сырья получен прирост извлечения золота на 0,6-6,5 % в зависимости от вещественного состава и характеристика золота в сырье.

Следующей технологией, не получившей пока широкого распространения в России, является технология интенсивного цианирования (технология ГЕККО). Испытания этой технологии на руде коры выветривания (2,6 г/т золота) и на частично - упорном сульфидном концентрате (180 г/т золота) обеспечили повышение извлечения золота при цианировании на 3-22 % (табл. 2).

Таблица 1

**Повышение эффективности цианирования золотосодержащего сырья с помощью предварительной магнитно-импульсной обработки**

Золотосодержащие продукты	Условия цианирования	Извлечение золота, %	Средний прирост извлечения золота, %
Сульфидный флотоконцентрат (содержание золота 47 г/т)	Без обработки	78-82	6,5
	С обработкой	83-90	
Сульфидный флотоконцентрат (содержание золота 78 г/т)	Без обработки	89,5	1,5-2,5
	С обработкой	91-92	
Золото-кварцевая руда (содержание золота 12,1 г/т)	Без обработки	90-91	3-4
	С обработкой	93-95	
Кварц-карбонатная руда (содержание золота 8 г/т)	Без обработки	69,3-69,6	0,6-3,6
	С обработкой	69,9-74,2-70	

Таблица 2

**Результаты традиционного цианирования образцов руды и концентрата и цианирования способом Гекко**

Извлечение золота из руды, %		Извлечение золота из концентрата, %	
Прямое цианирование	Метод Гекко	Прямое цианирование	Метод Гекко
62,26	83,96	89,4	92,5
58,40	81,13	88,9	92,6

Приведенные выше положительные результаты исследований свидетельствуют о том, что новые нетрадиционные технологии, основанные на применении магнитно – импульсной обработки и метода интенсивного цианирования являются весьма перспективными, позволя-

ют повысить технико-экономические показатели переработки руд разведываемых и эксплуатируемых месторождений и заслуживают внимания со стороны геологоразведочных и золотодобывающих предприятий.

**Коротко об авторах**

Крылова Г.С. – ФГУП «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ЦНИГРИ).



