

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ УПОРНЫХ СУЛЬФИДНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ С ТОНКОВКРАПЛЕННЫМ ЗОЛОТОМ

к.т.н., доцент Аксенов А.В; аспирант Васильев А.А; Яковлев Р.А.
Иркутский Государственный Технический Университет
кафедра Metallургии цветных металлов

Ухудшение качества перерабатываемого золотосодержащего сырья требует вовлечения в переработку месторождений упорных сульфидных руд. Вскрытие золота из данного типа сырья требует использования специальных, а также разработки новых способов переработки минерального сырья.

Методы переработки упорных сульфидных золотосодержащих продуктов с тонковкрапленным золотом зависят от многих параметров, включающих в себя вещественный состав физико-механические и технологические свойства. Суть большинства методов заключается в разрушении плотной механической структуры и вскрытия золота, пригодного для последующего цианирования. В настоящее время существует три основных группы процессов вскрытия золота из сульфидного сырья: химическое (выщелачивание), термохимическое (обжиг), механическое (измельчение). Также применяется комбинация данных процессов.

К первой группе процессов относятся автоклавное окисление сульфидов, кислотнo-кислородное выщелачивание и бактериально-химическое окисление. Кислотнo-кислородное окисление заключается в растворении сульфидных материалов в азотной (NITROX-процесс) или в азотистой (ARSENO-процесс) кислоте при температуре 80-90 °С. Продолжительность процесса по первому варианту составляет 1-2 часа, а по второму 10-20 минут. Одной из разновидностей ARSENO-процесса является REDOX-процесс представляющий собой автоклавный вариант разложения сульфидов. Данные методы применимы только для кварцевых руд с рассеянной вкрапленностью.

Автоклавное разложение сульфидных продуктов выполняется по двум вариантам: окисление сульфидов, при котором золото и серебро остаются в нерастворимом остатке; выщелачивание золота происходит совместно с процессом вскрытия сульфидов. Автоклавное окисление проводится при нагреве пульпы до температуры 120-200 °С в атмосфере кислорода или воздуха при давлении, превышающем упругость пара раствора. В данных условиях происходит практически

полное разложение сульфидов и вскрытие золота. При переработке продуктов с высоким содержанием мышьяка и серы по технологии автоклавного окисления происходит образование больших количеств кислых мышьяксодержащих стоков, нейтрализация и обезвреживание которых требует высоких затрат реагентов и электроэнергии. Кроме того, проведение процесса при повышенном давлении и температуре требует применения специальной аппаратуры и высококвалифицированного персонала для ее обслуживания.

Самым «молодым» процессом химического вскрытия сульфидных материалов является бактериально-химическое окисление. Данный метод на сегодняшний день является наиболее перспективным из рассмотренных вариантов. Эффективность бактериально-химического вскрытия сопоставима с автоклавными процессами, и превосходит окислительный обжиг. С экономической точки зрения он имеет существенные преимущества, так как данная технология не требует применения высокой температуры и давления, а так же использования кислот. Значительным недостатком данной технологии является высокая длительность окисления (в 50-100 раз превышает продолжительность окислительного обжига или автоклавного выщелачивания).

Ко второй группе процессов относятся различные виды обжига, заключающиеся в нагреве руды или концентрата до температуры, при которой материал не плавится, но происходит активное изменение химического состава рудной массы. При переработке концентратов с высоким содержанием серы обжиг не связан с затратами энергоресурсов. Недостатками обжига является необходимость ведения процесса при высоких температурах. Мышьяк и сера в условиях обжига переходит в газовую фазу, что требует применения дополнительной аппаратуры для утилизации мышьяка и диоксида серы, с последующим захоронением в специальных хранилищах.

Методы химического и термохимического вскрытия золота основаны на практически полном разложении сульфидных минералов, вследствие чего образуется большое количество высокотоксичных отходов. Нейтрализация и обезвреживание продуктов такого разложения требует значительных затрат, что приводит к увеличению стоимости переработки сырья. Переработка же достаточно бедных по содержанию золота концентратов (20-50 г/т) и содержащих порядка 50% арсенопирита может вообще оказаться за гранью рентабельности производства.

На основании вышеизложенного наиболее целесообразным представляется использование механических методов вскрытия золота из упорного сульфидного сырья. Применение тонкого и ультратонкого помола позволяет сохранить большую часть сульфидных минералов в исходной химической форме и избежать образования кислых высокотоксичных стоков. Кроме того, при измельчении (снижении крупности) происходит увеличение площади контакта золотин и выщелачивающего раствора, благодаря чему увеличивается скорость растворения металла, и общая продолжительность процесса цианирования может быть снижена до 6-8 часов.

Таким образом, основными преимуществами процесса механического вскрытия золота являются его высокая экологичность, простота аппаратного оформления, проведение процесса при нормальных условиях, что обуславливает низкие экономические затраты на переработку упорных золотосодержащих продуктов.

В ряде случаев, при ультратонком измельчении сульфидных концентратов одновременно с вскрытием золота происходит сильная химическая активация материала (изменение его химических и физических свойств), сопровождающаяся усилением его цианисидных свойств, повышением сорбционной активности, образованием соединений, являющихся химическими депрессорами золота. Также наблюдается увеличение солевого фона жидкой фазы пульпы, что негативно сказывается на процессах извлечения золота из раствора и затрудняет последующее обезвреживание пульпы от цианистых соединений. Протекающие побочные процессы химической активации материала при измельчении делают нерентабельным применение технологии сверхтонкого измельчения для целого ряда золотосодержащих сульфидных продуктов. В качестве решения данной проблемы предлагается использовать сочетание процесса ультратонкого измельчения с последующим мягким атмосферным окислением концентрата. Данный метод основан на обработке тонкоизмельченного материала в окислительной атмосфере в слабощелочной среде, что предположительно позволит до стадии цианирования удалить из раствора большую часть примесных металлов, в виде их гидроокисей и благодаря окислению поверхности сульфидного минерала снизить сорбционную емкость и цианисидные свойства рудных частиц. К достоинствам предложенного метода по

сравнению с общепринятыми способами переработки упорного сульфидного сырья можно отнести следующее:

1. Низкий расход реагентов на окисление. Достигается за счет того, что окислению подвергается не весь материал, а только его поверхность.

2. Процесс протекает при нормальных условиях, т.е. не требует нагрева пульпы и повышенного давления.

3. Атмосферное окисление проводится с использованием неагрессивных сред, благодаря чему данный процесс можно проводить без применения дорогостоящей коррозионностойкой аппаратуры.

4. Высокая экологичность процесса. Сохранение основной части минералов в исходной химической форме позволяет избежать перевода больших количеств серы и мышьяка в растворенное состояние, то есть данный процесс не требует значительных затрат на нейтрализацию пульпы и способствует легкому решению проблемы мышьяка.

Не смотря на большое разнообразие способов вскрытия золота из упорных сульфидных золотосодержащих продуктов с тонковкрапленным золотом выбор той или иной технологии переработки этих руд должен производиться на основании детального изучения вещественного состава (количества и состава сульфидных материалов, характеров вкрапленности золота), физико-механических и технологических свойств минерального сырья, а также технико-экономических расчетов.