

ГОРНОЕ ДЕЛО

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА

Р.А. Мастонов, Ж.С. Гиёсов

Кафедра нефтепромысловой геологии,
горного и нефтегазового дела
Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Рассмотрены вопросы технологической цепочки системы орошения, экономических показателей кучного выщелачивания золота и повышения эффективности получения золота из бедных руд.

Ключевые слова: выщелачивание, технология, золота, орошения, анализ.

К настоящему времени разведанные запасы большинства рудных месторождений с высоким содержанием металлов уже в значительной степени отработаны. В связи с этим необходимо создать эффективные технологии переработки ранее заскладированных на горных предприятиях металлосодержащих отвалов и хвостов. Этой цели наиболее соответствует технология кучного выщелачивания (КВ).

Основными элементами технологической цепочки предприятия КВ являются: узел рудоподготовки (дробление, агломерация, дешламация); специально оборудованный штабель КВ (рис. 1) с системой орошения; узел осаждения металлов; узел нейтрализации и обезвреживания отходов производства. Выделяются следующие элементы технологии КВ: рудоподготовка, выщелачивание, осаждение, рекультивация промплощадок, жидких и твердых отходов.

Объектом КВ обычно служат металлосодержащие бедные, забалансовые комплексные и трудноперерабатываемые руды, минерализованные вскрышные породы с содержанием золота от 0,5—0,7 до 3—5 г/т [3].

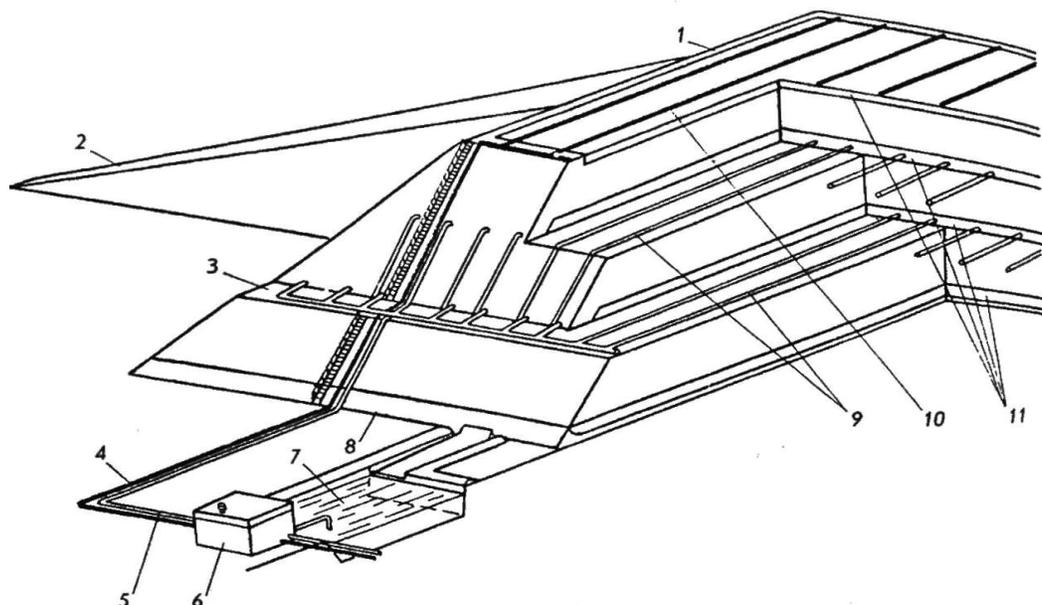


Рис. 1. Штабель кучного выщелачивания [3]:

1 — массив штабеля КВ; 2 — заезд на штабель; 3 — уступ штабеля; 4 — трубопровод рабочих растворов; 5 — провод сжатого воздуха; 6 — насосная станция; 7 — зумпф продуктивных растворов; 8 — гидронепроницаемое освоение; 9 — аэрационная система; 10 — оросительная система; 11 — слои из мелкозернистого материала

Существуют следующие системы орошения рудных штабелей:

- прудковая система: на поверхности штабеля создаются небольшие углубления, куда помещают и затем засыпают трубы с системой перфорации. Система распространена в засушливом климате для осуществления снижения испарения;
- через напорные шланговые распределители (трубы с системой перфорации), укладываемые непосредственно на поверхность штабеля;
- через вращательные разбрызгиватели (с необычными названиями — виглеры и вобблеры), установленные на стальных стойках высотой не более 1,2 м;
- орошение производится путем нагнетательных капельных оросительных систем или газонных дождевальными установок [2].

На рис. 2 приведена схема орошения штабеля.



Рис. 2. Схема орошения штабеля при кучном выщелачивании [1]

Классический (традиционный) метод осаждения золота из растворов — цементация металлическим цинком. В присутствии мышьяка золота осаждают методом сорбции при использовании угля.

В России промышленно внедрен метод сорбционного цианирования, который позволил осуществлять разработку принципиально новых методов извлечения золота и серебра из тиомочевинных растворов.

В России также развитие метода извлечения благородных металлов с помощью углеграфитовых электродов относится к категории приоритетных [1].

Возможности изучения образцов. В настоящее время в практике лабораторных минералого-аналитических исследований руд золота в целом используются практически все методы минералогического анализа. Золото присутствует практически во всех рудных месторождениях не только благородных металлов, но и черных, легирующих, цветных, редких металлов. Золото микро-нанометрового размера может присутствовать в сульфидах, карбонатах, силикатах, оксидах и гидроксидах. В золотосодержащих рудах оно в основном ассоциирует с сульфидами, главным образом с пиритом и арсенопиритом.

Как показывает опыт, минералогическое изучение тонкодисперсного золота в золото-кварцевых, золото-сульфидных, золото-сульфидно-кварцевых, полиметаллических сульфидных рудах предусматривает использование как традиционных методов оптической микроскопии, так и методов аналитической электронной микроскопии. Остальные минералогические методы обычно применяются по мере необходимости для решения конкретных вопросов.

На первом этапе изучения руд используются методы оптической микроскопии (оптико-минералогический, петрографический, минерографический и оптико-геометрический анализы), позволяющие определять минеральный состав и морфоструктурные характеристики руд и пород в целом, а также минералы, которые могут потенциально содержать включения золота. Дальнейшее исследование, направленное на выявление форм нахождения тонкодисперсного золота, изучение особенностей его реального состава и строения, характера локализации в минералах проводится преимущественно методами аналитической электронной микроскопии на предварительно подготовленном минералогом материале.

Методы электронной микроскопии являются не только основой фундаментальных исследований, но и массовыми аналитическими и контрольно-измерительными методами при изучении тонкодисперсных минеральных систем. При изучении тонкодисперсной золоторудной минерализации они становятся ведущими, так как позволяют выявлять и диагностировать фазы, в том числе нанометрической размерности, изучать их микрогетерогенность и микростроение, определять размер и форму содержащихся в них включений [4].

Экономические показатели проектов кучного выщелачивания золота существенно различаются в зависимости от типа перерабатываемого сырья, уровня транспортных издержек, опыта и квалификации персонала и т.д.

Средняя себестоимость получения золота методом кучного выщелачивания, по американским данным, меняется от 6,4 до 7,2 долл/г.

Структура себестоимости (при использовании для извлечения золота из цианидных растворов метода сорбции на активированный уголь) обобщенно представлена в таблице [2].

Экономические показатели проектов кучного выщелачивания золота

Статья затрат	Уровень затрат, %
Сооружение площадки выщелачивания	13
Рудоподготовка (дробление и агломерация)	33
Формирование рудного штабеля	10
Выщелачивание (включая стоимость реагентов)	29
Десорбция и регенерация угля	3
Прочие расходы	14
Итого:	100

Основными критериями технологической и технико-экономической целесообразности применения метода кучного выщелачивания являются уровень рентабельности и минимум ущерба окружающей природной среде. Рентабельность кучного выщелачивания, как правило, определяется двумя основными параметрами: объемом переработки руды (желательно, чтобы он был в пределах 3,5—5 тыс. т/сут.) и степенью извлечения золота порядка 80—85% [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Каргинов К.Г., Погодин М.Л. Технология выщелачивания золота (при отрицательной температуре окружающей среды). — М., 2003. [Vorobev A.E., Chekushina T.V., Karginov K.G., Pogodin M.L. Tehnologiya vishelachivaniya zolota (pri otritsatelnoy temperature okruжайushey srede). — М., 2003.]
- [2] Актуальные вопросы добычи цветных, редких и благородных металлов / В.К. Бубнов, А.Е. Воробьев и др. — Акмола: Жана-Арка, 1996. [Aktualnie voprosi dobichi cvetnih, redkih i blagorodnih metallov / V.K. Bubnov, A.E. Vorobev i dr. — Akmolа: Jana-Arka, 1996.]
- [3] Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья / В.В. Хабиров, В.К. Забельский, А.Е. Воробьев. — М.: Недра, 1994. [Progressivnie tehnologii dobichi i pererabotki zolotosoderjaschego sirya / V.V. Habirov, V.K. Zabelskiy, A.E. Vorobev. — М.: Nedra, 1994.]
- [4] Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Способ складирования горных пород: Авторское свидетельство на изобретение № 1774017, 1992 г. [Vorobev A.E., Chekushina T.V. Sposob skladirovaniya gornih porod: Avtorskoe svidetelstvo na izobretenie № 1774017, 1992 g.]

**ANALYSIS TECHNOLOGICAL CHAINS,
IRRIGATION SYSTEMS AND THE ECONOMIC INDICATORS
OF GOLD HEAP LEACHING**

R.A. Mastonov, J.S. Giesov

Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

The questions of the process chain, irrigation system, economic indicators of gold heap leaching and efficiency get gold from low-grade ores.

Key words: leaching technology, gold, irrigation analysis.