

УДК 622.343:622.349

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ УПРАВЛЯЕМОГО ИНТЕНСИВНОГО КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА

Джумабаев Е.И.

*Национальная инженерная академия Республики Казахстан, Алматы, e-mail: e24.01@mail.ru*

Кучное выщелачивание золота применяется во всем мире в широких масштабах. Однако эта технология имеет ряд недостатков, в их числе низкое извлечение золота, неуправляемость процесса выщелачивания и большая продолжительность цикла выщелачивания каждого сформированного штабеля руды. Предлагается интенсифицировать процесс выщелачивания следующими методами. Так для непрерывности процесса выщелачивания можно использовать три штабеля, в то время когда первый штабель формируется, второй выщелачивается, а третий – после окончания выщелачивания убирается.

**Ключевые слова:** технология, техника, золото

## EFFICIENT TECHNOLOGY AND EQUIPMENT CONTROLS THE INTENSITY OF GOLD HEAP LEACHING

Dzhumabaev E.I.

*National engineering academy of Republic of Kazakhstan, Almaty, e-mail: e24.01@mail.ru*

Heap leaching of gold used throughout the world on a large scale. However, this technique has several disadvantages, including low recovery of gold, uncontrollability of the leaching process and longer leaching cycles each formed by stacks of ore. It is proposed to intensify the process of leaching of the following methods. As for the continuity of the leaching process may be used three stacks, at a time when the first stack is formed, the second leached, and the third – removed after the end of the leaching.

**Keywords:** technology, equipment, gold

Большинство действующих предприятий кучного выщелачивания используют руду, добываемую открытым способом, наиболее экономическим при освоении крупных месторождений бедных руд [1].

В зависимости от вещественного состава руды материал для выщелачивания должен характеризоваться определенным размером частиц с тем, чтобы обеспечить необходимый контакт с раствором и растворение. Предварительная рудоподготовка может отсутствовать (в этом случае на штабель направляется руда, добытая из недр), может включать дробление и агломерацию.

Фракция + 40 мм ссыпается из грохота по течке в одну сторону, откуда бульдозером эта руда отгребается на свободную площадку карьера, а фракция – 40 мм ссыпается в другую сторону, откуда погрузчиком перевозится на площадку для смачивания концентрированной цианистой кислотой.

Помимо этих стандартных видов рудоподготовки может применяться химическая подготовка сульфидных руд. В связи с тем, что с увеличением глубины залегания золота, особенно, свыше 100 метров, состав золотосодержащих руд меняется и процент чисто экзогенных месторождений уменьшается и они постепенно переходят в смешанные или сульфидосодержащие, в зависимости от количества содержащихся в них сульфидосодержащих образований, встал вопрос о разработке эффективных методов выщелачивания золота, применительно

к этим условиям. В результате нами был разработан метод окисления сульфидосодержащих руд при кучного выщелачивания.

Цель рудоподготовки для кучного выщелачивания – достичь такой степени измельчения руды, которая обеспечивала бы необходимый контакт раствора с металлами и адекватное просачивание через штабель. Затраты на рудоподготовку прямо связаны с показателями извлечения металла. Здесь особую роль играет строительство штабеля кучного выщелачивания.

Проектирование штабеля и подстилающей «подушки» требует учета типа руды, ее технологических свойств, топографии местности, геолого-технических и гидрогеологических особенностей месторождения, климатических условий района работ.

Высота и конструкция штабеля кучного выщелачивания зависит от типа гидроизолирующего основания. Они могут быть одноразового и многократного использования. При формировании штабелей на ряде предприятий предусматриваются системы интенсификации процесса кучного выщелачивания.

В статье рассмотрены и изучены способы конструкция штабеля кучного выщелачивания. В настоящее время используются три основных метода сооружения рудных куч и подстилающей подушки. Это метод с многократно используемой подушкой (рис. 1), метод постоянно наращиваемого штабеля и метод желобного выщелачивания.

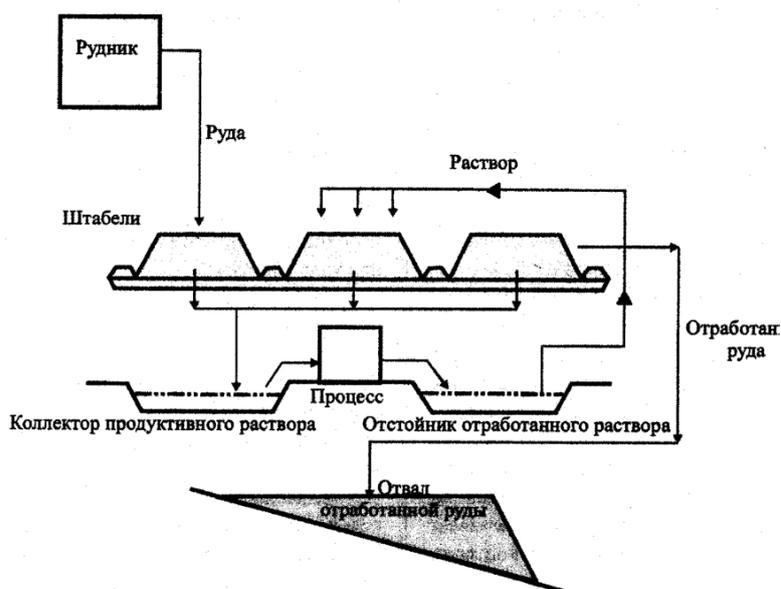


Рис. 1. Метод многократного использования подушки штабеля

Рудный штабель и подстилающая подушка проектируются как устойчивые конструкции, содержащие как твердую фазу, так и продуктивный раствор.

Укладывание руды в штабель производится различными методами: от простого «опрокидывания назад» до использования фронтального погрузчика и конвейерного стакера. Главное, чем необходимо руководствоваться при выборе конструкции и метода сооружения штабеля, это ограничить расслоение, уплотнение и разделение компонентов штабеля, не допустить повреждение облицовочных покрытий.

Количество возможных технически и экономически целесообразных вариантов размещения штабеля невелико из-за ограничений по дальности доставки руды, статусу используемых земель, рельефу местности.

Проектирование штабеля и подстилающей «подушки» требует учета типа руды, ее технологических свойств, топографии местности, геолого-технических и гидрогеологических особенностей месторождения, климатических условий района работ.

Для сооружения штабеля при инновационной технологии интенсивного кучного выщелачивания будут рассматриваться следующие геологические особенности месторождений Акжал: общее описание расположения месторождения; общие размеры и морфология рудных тел, содержание полезных компонентов; минеральный состав и структура руд; типы руд; наличие в рудах глинистой или иной тонкозернистой

минеральной составляющей, способной оказывать влияние на процесс выщелачивания; природно-геологический обзор месторождения; первоначальный подсчет общих запасов и среднего содержания полезного компонента.

Оценка площадок под кучное выщелачивание (выбор конкретного места, где будут укладываться штабели), конфигурация площадок и материалов для их сооружения зависит от инженерно-геологических характеристик основания и намечаемых к использованию строительных материалов.

При этом месторасположение каждой площадки выбирается таким образом, чтобы свести к минимуму объем земельных работ. С точки зрения выбора площадки для выщелачивания, только определенная часть ее профиля может идеально подходить для размещения штабеля. Участки профиля могут быть либо слишком плоскими (требующими усиленного дренажа раствора в штабеле или же требующими проведения земельных работ для увеличения наклона площадки), либо слишком крутыми (требующими специального проектного решения для того, чтобы разместить на склоне соответствующие технологические объекты, или же проведения земельных работ для его выполаживания). Выбор места размещения рудного штабеля, резервуара-коллектора или установок для извлечения металлов не представляет сложности, особенно если подходящие земельные участки имеются недалеко от рудника (рис. 2).

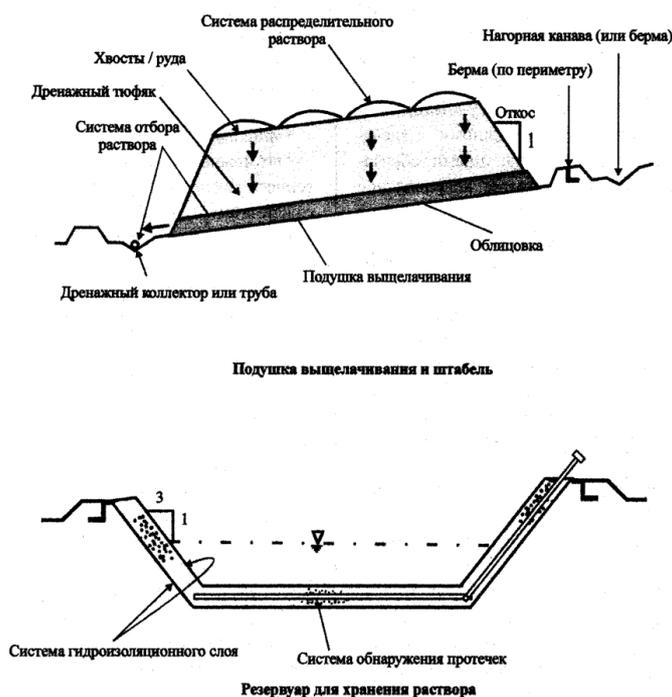


Рис. 2. Основные узлы рабочей площадки кучного выщелачивания

В зависимости от вещественного состава руды материал для выщелачивания должен характеризоваться определенным размером частиц с тем, чтобы обеспечить необходимый контакт с раствором и растворение. Предварительная рудоподготовка может отсутствовать (в этом случае на штабель направляется руда, добытая из недр), может включать дробление и агломерацию.

Успешное применение кучного выщелачивания предполагает высокую проницаемость руд после того, как они будут подвергнуты дроблению или другим видам обработки и сложены в штабель. При этом ставится цель обеспечить равномерное распределение цианидного выщелачивающего раствора при его просачивании через штабель. Необходимо учитывать, что одним из факторов, влияющих на эффективность процесса выщелачивания, является плотность орошения поверхности штабеля, поскольку этот параметр поддается регулировке, тогда как другие параметры (гранулометрический состав в различных частях штабеля, растворимость и т.д.) недоступны для управления после укладки руды в штабель. Поэтому методом математического моделирования определяется баланс между извлечением золота из штабеля и его содержанием в продуктивном растворе.

Цель рудоподготовки для кучного выщелачивания – достичь такой степени измельчения руды, которая обеспечивала бы необходимый контакт раствора с металлами и адекватное просачивание через штабель. Здесь особую роль играет строительство штабеля кучного выщелачивания.

Рассмотрены и изучены конструкции штабеля для кучного выщелачивания. Рудный штабель и подстилающая подушка проектируются как устойчивые конструкции, содержащие как твердую фазу, так и жидкий продуктивный раствор. В настоящее время используются три основных метода сооружения рудных куч и подстилающей подушки: метод с многократно используемой подушкой, метод постоянно наращиваемого штабеля и метод желобного выщелачивания. Укладывание руды в штабель производится с использованием фронтального погрузчика и конвейерного стакера.

Главное, чем необходимо руководствоваться при выборе конструкции и метода сооружения штабеля, это ограничить расслоение, уплотнение и разделение компонентов штабеля, не допустить повреждения облицовочных покрытий.

Основание штабеля должно обладать необходимой прочностью, чтобы противостоять неравномерной усадке различных

участков создаваемого сооружения. Неравномерная усадка может неблагоприятно влиять на просачивание раствора через штабель, повреждать подушку и облицовку площадки для выщелачивания. Облицовка необходима, чтобы удерживать выщелачивающие растворы внутри участка выщелачивания и его сооружений. Тип и материал облицовки выбираются с таким расчетом, чтобы надежно удерживать содержимое штабеля в заданных габаритах. Известны четыре основных типа внутренних облицовок подушки: синтетическая мембранная, из натуральных материалов с модификаторами, композитная (натуральные материалы с синтетикой) и двойная [2].

Как было отмечено выше, сегрегация материала при его укладке в штабель вызывает появление отдельных участков или зон с существенно пониженной проницаемостью. Вследствие этого, выщелачивающие растворы начинают просачиваться вниз преимущественно через участки, сложенные грубозернистым материалом, минуя, либо лишь слегка увлажняя участки, сложенные тонкой фракцией или шламами. Для предотвращения этого явления при формировании штабелей на ряде предприятий предусматриваются системы интенсификации процесса кучного выщелачивания. Нами изучены варианты повышения интенсивности выщелачивания с использованием технологии взрывания рудного штабеля рассредоточенными зарядами низкоплотных ВВ с размещением в нижней части скважины и между зарядами пористого материала, и в последовательности инициирования с замедлением от верхнего заряда к нижнему заряду. Однако этот метод требует проведения дополнительных испытаний в производственных условиях.

Для повышения степени извлечения золота нами предлагается осуществлять многослойное формирование кучи с прокладкой сети трубопроводов, подающих выщелачивающий раствор, эффективность которого оценена по результатам опытно-промышленных испытаний.

Выщелачивающий раствор подается на штабель с помощью насосной системы, обеспечивающей достаточное давление на оросителе при разбрызгивании выщелачивающего раствора. Разбрызгивание производится с помощью неподвижных либо

вращающихся оросителей, равномерно распределяющих раствор по штабелю с интенсивностью подачи 0,002-0,003 л/с/м<sup>2</sup>. Такая интенсивность подачи обеспечивает скорость проникновения раствора через штабель не менее 10<sup>-4</sup> см/с [3].

Подача раствора нередко осуществляется также с помощью скрытых трубопроводов, расположенных под крышкой штабеля. Такая конструкция может препятствовать замерзанию раствора зимой или же чрезмерных потерь его от испарения, как это нередко случается при разбрызгивании.

Так как, кучное выщелачивание золота применяется во всем мире в широких масштабах. Однако эта технология имеет ряд недостатков, в их числе низкое извлечение золота, неуправляемость процесса выщелачивания и большая продолжительность цикла выщелачивания каждого сформированного штабеля руды. Предлагается интенсифицировать процесс выщелачивания следующими методами. Так для непрерывности процесса выщелачивания можно использовать три штабеля, в то время, когда первый штабель формируется, второй выщелачивается, а третий – после окончания выщелачивания убирается. Можно также производить смачивание в так называемом «тонком слое», в этом случае руда предварительно смачивается концентрированным раствором, затем длительное время выщелачивается слабым выщелачивающим раствором, затем длительное время выщелачивается раствором слабой концентрации, а затем использованная руда убирается и насыпается новый «тонкий слой» руды. Для лучшего пропитывания руды раствором в штабеле можно также, использовать метод встряхивания массива штабеля направленными взрывами с помощью специальной пасты, а также применять многослойное формирование кучи.

#### Список литературы

1. Бейсембаев Б.Б., Кенжалиев Б.К., Абсалямов Х.К. и др. Теория и практика кучного выщелачивания золота. – Алматы: Галым, 1998. – 123 с.
2. Хабиров В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья. – М.: Недра, 1994. – 102 с.
3. Болотова Л.С., Романенко А.Г., Зайцева В.Н., Суворова Е.А. Новое в технологии извлечения золота «смола в пульпе» // Новости науки Казахстана. Научно-технический сборник. Комплексное использование минеральных ресурсов Казахстана. – Алматы, 1997. – С. 55–56.