



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СТЕПЕНИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА С ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОЙ РУДЫ

¹Камолов Турсунбай Очилович

Д.т.н., профессор кафедры «Горное дело»,

²Мирзабеков Шахбоз Равшан огли

Магистрант кафедры «Горное дело»,

³Мамиров Бехзод Исокжон угли

Магистрант кафедры «Горное дело».

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7482845>

ARTICLE INFO

Received: 14th December 2022

Accepted: 24th December 2022

Online: 25th December 2022

KEY WORDS

Тонкодисперсное золото, извлечение, руда, измельчение, скорость, рудоподготовка, кучное выщелачивание.

ABSTRACT

Для условий Мурунтау установлена зависимость уровня извлечения тонкодисперсного золота от степени измельчения рудной массы. В работе показано, что измельчение руды менее 3.35 мм в объеме 96% от общей массы экономически выгодно. Для увеличения скорости выщелачивания при многоярусной отсыпке штабеля обоснована необходимость агломерации мелкодробленой руды.

ВВЕДЕНИЕ. МАТЕРИАЛЫ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ. Научно-обоснованные параметры процесса рудоподготовки оказывают решающее влияние на конечный результат при переработке руд тонкодисперсного золота методом кучного выщелачивания. Важно обосновать и подобрать оптимальные параметры подготовки руды перед ее укладкой в штабель.

В качестве объекта исследований нами была принята золотосодержащая руда месторождения Мурунтау. Для определения потенциальных возможностей применения метода КВ проведены исследования, направленные на определение оптимального извлечения золота при различной степени дробления руды, а также на определение характера кривой извлечения. Как правило, для получения быстрой информации о технологических свойствах руды,

проводят испытания цианированием во вращающихся бутылках при свободном доступе воздуха.

Результаты бутылочных исследований позволяют получить информацию об извлечении золота при различной крупности материала.

Проба руды помещается в бутылку и заливается выщелачивающим раствором с концентрацией NaCN 1г/л из расчета 40% твердого. Высокая концентрация цианида преследует цель определения конечного извлечения металла в раствор [1-3].

РЕЗУЛЬТАТЫ. При кучном выщелачивании металлов из руд раствор, подаваемый в рудную массу, движется в условиях частичного заполнения им порового пространства, покрывая куски руды лишь тонкой пленкой. Такой режим называется инфильтрационно-капиллярный.

Методика исследований геотехнологических параметров



кучного выщелачивания (КВ) полезного компонента при инфильтрационном режиме, т.е. раствор, подаваемый в рудную массу, движется в условиях частичного заполнения им порового пространства, покрывая куски руды лишь тонкой пленкой, имеет важное значение для получения надежных исходных данных. Целью экспериментальных исследований являлось определение рациональных технологических параметров кучного выщелачивания золота, в процессе которых решены следующие задачи:

- Установление закономерностей движения выщелачиваемого раствора внутри инфильтрационного потока для расчета плотности и сетки точечных источников орошения;
- Установление глубины и динамики проникновения выщелачивающего раствора в куски рудной массы и интенсивности массообменных процессов в зависимости от плотности орошения для правильного выбора крупности выщелачиваемого материала и способа рудоподготовки;
- Оценки изменения фильтрационных свойств и продолжительности процесса в зависимости от высоты орошаемого штабеля горной массы;

Испытания в бутылках были проведены на каждом образце при подрешетных продуктах размером 25 мм, 1.7 мм и 0.075 мм. Все испытания были проведены на 40% твердых материалов в течение 24 часов при добавке цианида, равной 1.0 кг/т. Расход цианида составил 0.1-0.4 кг/т. Результаты испытаний выявили большое влияние размера частиц на экстрагирование количества золота. Образцы с высоким содержанием золота

№1-6 в среднем показали извлечение золота в раствор в количестве 32%, 53%, 90% соответственно при подрешетном продукте 25мм, 1.7мм и 0.075мм. Среднее извлечение для образцов с низким содержанием золота были на 4-5% ниже при тех же размерах частиц. Более длительные периоды выщелачивания не привели к увеличению извлечения золота.

Испытания в колоннах проведенные с высокосортными композитами -75 и 37.5 мм, показали низкий процент извлечения золота. Вначале был получен раствор с высоким содержанием золота, через 25 дней его содержание снизилось до границ его определения. Указанное извлечение составило менее 20%. Загрузку колонны промыли, извлекли из колонны и измельчили до -12.5мм и 6.3мм. Затем эти порции были вновь загружены и подвергнуты цианированию. Извлечение золота при размере -12.5мм составило 22-23%, а при 6.3мм - 32%.

Остатки выщелачивания колонн образцов высокосортной и низкосортной руды были раздроблены для получения подрешетного продукта размером - 1.7мм и измельчены в лабораторной стержневой мельнице до размера -0.3мм. Каждый образец был подвергнут мокрому просеиванию на сите с размером 0.38мм. Надрешетная фракция 0.38 мм была промыта вручную.

Минералогические исследования подтверждают, что большое количество золота заключено в кварце. Это также указывает на то, что количество высвобождаемого золота возрастает с уменьшением размера кусков руды. Высокое извлечение золота,



достигаемое при измельчении до класса -20 меш, указывает на то, что золото находится в свободном состоянии и только очень небольшое количество золота связано с сульфидами, такими как пирит, арсенопирит или тонко включено в кварц.

Исследования показали, что при уменьшении содержания класса +3.35мм на один процент увеличивается общее извлечение золота от 0.15% до 0.54% в зависимости от технологического типа руды и содержания золота. Максимальное дополнительное извлечение 2.7% [4-5]. Статистическая обработка данных показала, что руда крупностью 3.35мм переходит в другие фракции от 1.78 мм до 0.425 мм в зависимости от технологического типа руды. По данным ранее проведенных исследований известно, что извлечение

золота из фракции 3.35 мм составляет 30% и повышается до 82% при уменьшении размера куска до-0.425 мм. Обработка данных дает возможность определить приращение общего извлечения для руд с различной способностью к дроблению и различным содержанием золота.

Пробы были отправлены на ситовый анализ. Результаты ситового анализа показали, что в процессе дополнительного дробления происходит перераспределение руды по классам крупности.

Используя существующее технологическое оборудование возможно увеличить процент мелкой фракции руды поступающей на штабель, тем самым повышая степень извлечения золота [6-7].

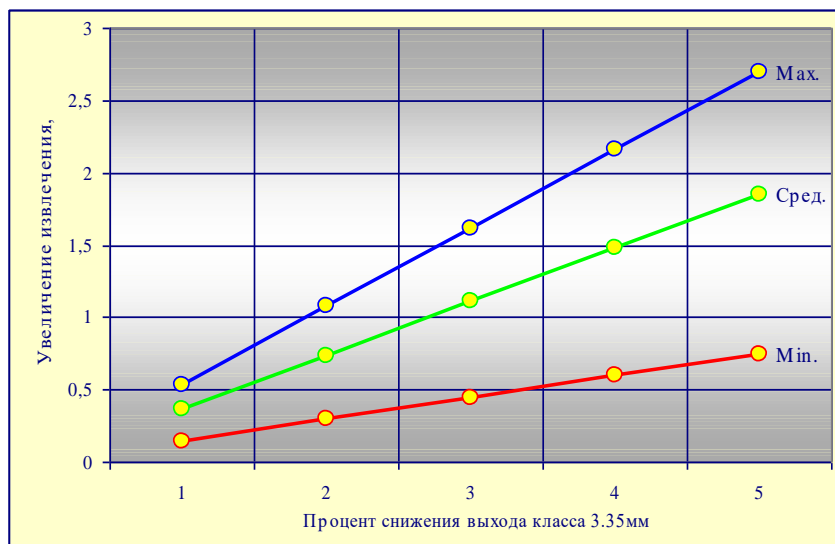


Рис.1. Приращение извлечения золота при уменьшении выхода класса +3.35 мм. Из графика (рис.1) можно сделать вывод, что дополнительное измельчение отдельных технологических типов руд дает реальное приращение извлечения. Однако увеличение количества мелкой

фракции ведет к увеличению затрат на дробление за счет увеличения возврата руды на дробление после просеивания. Для оценки данной зависимости был выполнен математический анализ данных, полученных в результате ситового анализа.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В результате проведенных исследований были установлены скорость и полнота извлечения золота из руд. Применение данного принципа позволяет эффективно управлять процессом выщелачивания золота в сложных условиях разнообразия руд, своевременно оценить каждую

категорию руд по дробимости, способности к выщелачиванию золота и их количеству в отвалах. Важным фактором, влияющим на конечное извлечение золота, является размер куска дробленной руды, который подвергается процессу цианирования.

References:

1. Санакулов К.С., Рахманов К.А. Опыт эксплуатации участка кучного выщелачивания НГМК и пути повышения его работы. Материалы республиканского научно-техническо семинара, «Проблемы переработки минерального сырья Узбекистана», Ташкент-2005
2. Лисовский Г.Д., Лобанов Д.П., Назаркин В.П., и др. Кучное и подземное выщелачивание металлов. М., Недра, 2020- 21-25 с.
3. Толстов Е.А., Прохоренко Г. А., Браунли Дж. Кучное выщелачивание золота из забалансовой руды карьера Мурунтау на совместном предприятии «Зарафшан-Ньюмонт» Цветные металлы , 2002, №7- 53-56 с.
4. Хабилов В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья. М.Недры 2014 – 272 с.
5. Kakharov, A.K. and B.I. Revazashvili (2018). Heap leaching of gold-containing ores of Uzbekistan. Vopr. Teorii i Prakt. Perarab. Syr'ya i Produktov Tsv Meallurgii Kazakhstana, Alma-Ata, pp. 108-112.
6. Медеев М.Н., Коробанов Е.Е. Оценка пригодности месторождений золота для кучного выщелачивания М.Г.Ж. 2020 № 1-2, 112-114 с.
7. Минеев Г.Г., Леонов С.Б. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд.-Иркутск, 2019-57 с.