

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

УДК 622.27

На правах рукописи

БАХМАГАМБЕТОВА ГУЛЬНАРА БАХТИЯРОВНА
Разработка технологии выщелачивания бедных золотосодержащих
руд с учетом взаимодействия раствора с дисперсными частицами

6D070700- Горное дело

Диссертация на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты
Юсупов Х.А., доктор
технических наук
профессор
Рысбеков К.Б., кандидат
технических наук, PhD
Оника С.Г., доктор
технических наук
профессор

Республика Казахстан
Алматы, 2022

Оценка современного состояния решаемой научно-технической проблемы.

В последние годы в области золотодобычи ведутся работы по вовлечению в переработку руд с низким исходным содержанием полезных компонентов. Особый интерес для переработки такого сырья представляет процесс кучного выщелачивания.

Объектом исследования является участок «Белая Горка» месторождения Родниковое, в административном отношении расположен в северной части территории Кокпектинского района (на границе с Жарминским районом) Восточно-Казахстанской области. Среднее содержание золота в руде 1,44 г/т, месторождение разрабатывается открытым способом, отбитая руда перерабатывается методом кучного выщелачивания.

Актуальность. На объекте исследования проектный коэффициент извлечения 64%, фактический - 50-55%, проектный период отработки 60 дней, фактический —70-80 дней. В настоящее время для интенсификации процесса выщелачивания применяются различные виды воздействия на руду, большинство из которых направлены на ускорение перевода ценных компонентов из руды в продуктивный раствор, при этом важную роль играет крупность руды.

Новизна темы заключается в комплексе мероприятий, направленных на повышение эффективности кучного выщелачивания путем механической кавитации рабочего раствора, созданием в нем смежных потоков с разными скоростями движения.

Целью работы является повышение эффективности кучного выщелачивания с применением кавитированного раствора в условиях повышенного содержания дисперсных частиц.

В рамках научной работы выполнено:

1. анализ горно-геологических условий месторождения Родниковое и технологии кучного выщелачивания;
2. разработка методики проведения лабораторных исследований.
3. исследования влияния дисперсных частиц на показатели кучного выщелачивания;
4. проведение лабораторных работ по установлению влияния кавитированного раствора на содержание золота в продуктивном растворе;
5. обработка результатов лабораторных работ и подготовка рекомендации.

Научная новизна работы:

- получена формула для определения удельного расхода раствора с учетом весового процентного содержания дисперсных частиц в рудной массе и естественной ее влажности, т.е. суммарного объема частиц 0-1 мм с прочно связанной жидкостью, которая позволит снизить затраты на химические реагенты;

- получена зависимость содержания золота в продуктивном растворе от степени кавитации выщелачивающего раствора и времени выщелачивания

руды с высоким содержанием дисперсных частиц нелинейного вида, что позволит установить оптимальное время обработки раствора кавитатором и достичь максимального содержания золота в растворе;

- получена зависимость содержания золота в продуктивном растворе от концентрации реагента при кавитации раствора. Для условий исследуемого объекта оптимальная концентрация цианида при активации раствора составляет 600 ppm, что обеспечивает максимальное содержание золота в продуктивном растворе и сокращает период выщелачивания.

Положения, выносимые на защиту:

-расход реагента при кучном выщелачивании необходимо определять с учетом доли дисперсных частиц и естественной влажности руды, которая позволит снизить затраты на химические реагенты и повышает точность расхода.

- на содержание золота в продуктивном растворе и на период выщелачивания оказывает влияние время обработки выщелачивающего раствора кавитатором, для каждого конкретного месторождения оптимальное время обработки раствора кавитатором определяется с учетом свойств руды;

- при выщелачивании квитируемым раствором для условий исследуемого объекта максимальное содержание золота в растворе достигается при концентрации реагента 600 ppm. Достигнутое содержание золота в продуктивном растворе при базовой технологии составляет 1,83 мг/л, а при кавитации раствора 2,10 мг/л, т.е. наблюдается повышение содержания золота на 14,7%.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами.

Диссертационная работа выполнена в рамках темы: «Разработка технологии выемки и извлечения золота из бедных рудных жил», (№ 2018/BR05235618).

Практическая значимость диссертации Предлагаемая механическая кавитация раствора до подачи ее в рудный штабель значительно повышает содержание золота в продуктивном растворе при кучном выщелачивании без дополнительного расхода реагента.

Публикации и апробация работы. Результаты работы докладывались на международных научно-технических и научно-практических конференциях: Международная научно-практическая конференция «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0» 14-15 марта 2019, Алматы; Международная конференция «Очерки научной практики» 2019, Украина; IV Международная научно-практическая конференция "ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ", 1-3 апреля 2020 г., Ивано-Франковск (Украина); Международная научная конференция Fundamental and applied science, г. Шеффилд, 30 октября – 07 ноября 2020; Международная научная конференция «ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА НА XXI ВЕК», г.София, 15-22 октября

2020, на научных семинарах кафедры «Горное дело» в КазННТУ им.К.И.Сатпаева.

Публикации включают статьи в: Mining of Mineral Deposits 2019-09-30. 13(3): 40-48; Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) 2019;(12): 169-177; Вестник КазННТУ, 2020, №6; Научный Вестник Национального горного университета, Украина №3, 2021; Горный журнал Казахстана №4, 2021; Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. 2021. № 2 (80) стр. 130-135.

Полученная формула по сравнению с ранее известной формулой позволяет учитывать процентное содержание полезного компонента в рудной массе, что приводит к увеличению точности определения удельного расхода. Вывод формулы основан на физико-химических явлениях, протекающих в процессе взаимодействия руды с растворами химических реагентов и не должно вызывать сомнения.

Определение удельного расхода раствора по рассмотренным формулам позволит снизить затраты на химические реагенты, которые могут оказаться весьма существенными при обработке больших объемов рудных масс.

Опытно-промышленные испытания предлагаемой технологии

Для проведения полупромышленных испытаний была изготовлена установка кучного выщелачивания из железных листов, которая состоит из лотка для продуктивного раствора, основания установки, емкости для исходного раствора, магистрального трубопровода и трубопроводов для орошения. Установка была установлена в лаборатории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложена формула для определения удельного расхода жидкости с учетом весового процентного содержания дисперсных частиц и полезного компонента в рудной массе, а также естественной влажности, которая позволит снизить затраты на химические реагенты и повышает точность расхода жидкости.

2. Для повышения извлечения металла при высоких содержаниях дисперсных частиц без дополнительных затрат на выщелачивание предложена механическая кавитация раствора до подачи ее в рудный штабель, чтобы изменить реологические свойства рабочего раствора путем создания в нем смежных потоков с разными скоростями движения.

3. Как для базовой технологии, так и при различной степени кавитации раствора, для условий данного месторождения эффективной концентрацией цианида для выщелачивания является 600-700 ppm.

4. По результатам опытно-промышленных работ с ограниченным количеством руды в 600 кг для каждой технологии было установлено, что при предлагаемой технологии кавитации раствора содержание золота в продуктивном растворе повышается на 14,7%.