

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:
**«ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ
ЗОЛОТА С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ РЕАГЕНТОВ И
РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ»**, представленной
на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070900 – «Металлургия»
ЕСЕНГАРАЕВА ЕРЛАНА КАЙРАТОВИЧА

Цель диссертационного исследования.

Целью диссертационной работы является научное обоснование интенсификации процесса кучного выщелачивания золота за счет использования пероксида водорода и ацетата натрия для повышения скорости растворения и извлечения золота из окисленных малосульфидных руд месторождения Сари- Гунай.

Задачи исследования.

Задачи, представленные ниже и решаемые в настоящей диссертационной работе, логически связаны с остальными и направлены на достижение общей цели исследований:

- провести технологическую оценку исходной золотосодержащей руды месторождения Сари-Гунай и целесообразность ее переработки методом кучного выщелачивания;
- провести патентно-информационный поиск и анализ литературы по возможному использованию различных химических реагентов, интенсифицирующих процесс выщелачивания золота;
- провести термодинамический анализ возможных реакций, обосновать выбор пероксида водорода и ацетата натрия для окисления сульфидов и растворения нерастворимых соединений;
- изучить методику обработки руды и кинетику влияния реагентов на процесс кучного выщелачивания золота;
- изучить условия проведения кучного выщелачивания золота;
- изучить технологию переработки малосульфидной золотосодержащей руды с использованием пероксида водорода и ацетата натрия;
- провести лабораторные испытания в аппарате-агитаторе для бутылочных, ультразвуковых тестов и в колонном тесте укрупненно-лабораторного аналога кучного выщелачивания, имитирующих промышленные установки;
- выполнить экономическую оценку применения новых реагентов в технологии извлечения золота.

Методы исследования.

К числу основных методов исследований и анализов, применяемых при выполнении диссертационной работы, относятся:

– расчет термодинамических характеристик возможных реакций взаимодействия пероксида водорода и ацетата натрия с пассивирующими соединениями и сульфидными минералами золотосодержащей руды, выполненный посредством применения программы термодинамических расчетов HSC Chemistry 8.0 компании Outokumpu Technology Engineering Research;

– химический анализ элементного состава образцов и продуктивных растворов, выполненный с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе модели Квант-М (Россия), атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Plasma Quant 9000 (Analytik Jena, Германия) и пробирно-гравиметрическим методом;

– рентгенодифрактометрический анализ средних проб, выполненный на дифрактометре ДРОН-4 с Cu-излучением и графитовым монохроматором;

– мониторинг воздушной среды, осуществляемый в автоматическом режиме с помощью сигнализатора синильной кислоты ССК-4.

– измерение величины рН среды проводили с помощью иономера Inolab «рН-7110» для рутинных измерений с воспроизводимыми результатами измерений и повышенной точностью измерений.

Все исследования проведены в аккредитованных лабораториях с использованием различных приборов и средств измерений, прошедших государственную метрологическую поверку.

Основные положения, выносимые на защиту.

На защиту диссертационной работы выносятся следующие положения:

– результаты анализа литературных данных и патентно-информационного поиска, обоснование возможности применения таких реагентов, как пероксид водорода и ацетат натрия в качестве реагента окисления и растворения сульфидных минералов, и ультразвуковое воздействие для интенсификации процесса выщелачивания;

– результаты термодинамического анализа возможности применения пероксида водорода и ацетата натрия при цианидном выщелачивании золотосодержащего сырья;

– результаты кинетических исследований процесса цианидного выщелачивания золота в присутствии пероксида водорода и ацетата натрия;

– результаты бутылочных тестов, проведенных с применением различных реагентов и одновременным наложением ультразвукового воздействия;

– результаты укрупненно-лабораторных исследований по кучному выщелачиванию золота с применением пероксида водорода и ацетата натрия.

Описание основных результатов исследования.

В работе выявлена возможность использования ацетата натрия в качестве растворителя сульфидных минералов в щелочной окислительной среде. Это объясняется протеканием реакций окисления сульфидных минералов пероксидом водорода и взаимодействия с ацетатом натрия. Это

устраняет пассивацию поверхности золота - ацетат натрия реагирующий с минералами приводит к образованию растворимых ацетатов металлов (железа, свинца и др.). Окисление сульфидов пероксидом водорода и растворение минералов блокирующих поверхность частиц золота приводит к интенсификации выщелачивания золота цианидом натрия.

Обоснование новизны и важности полученных результатов.

Новизна темы заключается в разработке технологии интенсификации процесса цианидного кучного выщелачивания золота с применением пероксида водорода и ацетата натрия.

Полученные основные результаты:

1. Проведены бутылочные тесты, доказывающие возможность использования пероксида водорода для интенсификации процесса извлечения золота при цианидном выщелачивании руды крупностью -12+0 мм и более. Для исключения разрушения цианида натрия и интенсификации процесса выщелачивания необходима предварительная обработка руды раствором пероксида водорода (0,5 %).

2. Впервые в бутылочных тестах выявлено, что добавление ацетата натрия в выщелачивающий цианидный раствор интенсифицирует процесс выщелачивания и повышает извлечение золота.

3. Впервые в бутылочных тестах исследовано влияние ультразвукового воздействия на показатели извлечения золота. Так, при ультразвуковом воздействии продолжительностью 6 часов с добавлением ацетата натрия степень извлечения золота увеличивается на 2,96 %, а при обработке пероксидом водорода - на 0,97 %, по сравнению с тестами, проведенными без добавления реагентов.

4. Исследования на колонной установке, моделирующей условия кучного выщелачивания, позволили установить, что использование ацетата натрия в количестве 0,5 кг/т интенсифицирует процесс выщелачивания золотосодержащей руды, при этом извлечение золота из руды повышается на 4 %.

В работе выявлена возможность использования ацетата натрия и пероксида водорода в качестве растворителя сульфидных минералов в щелочной окислительной среде. Это объясняется протеканием реакций окисления сульфидных минералов пероксидом водорода и взаимодействия с ацетатом натрия. Ацетат натрия реагирующий с рудными минералами приводит к образованию растворимых ацетатов металлов (железа, свинца и др.), которая устраняет пассивацию поверхности золота. Окисление сульфидов и растворение минералов блокирующих поверхность частиц золота пероксидом водорода приводит к интенсификации выщелачивания золота цианидом натрия.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.

Научно-исследовательская работа выполнялась в соответствии с международными исследовательскими проектами, отмеченными в Стратегии «Казахстан-2050», и планами научно-исследовательских работ кафедры «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева. Диссертационная работа выполнена на кафедре «Металлургия и обогащение полезных ископаемых», также в лаборатории «Zarkuh mining company» Исламской Республики Иран (совместная Казахстанская компания «Eurasia metals company») и в лаборатории благородных металлов Филиала РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Государственного научно-производственного объединения промышленной экологии «Казмеханобр».

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации.

Личное участие докторанта заключается в непосредственном участии на всех этапах работы:

- постановке цели исследований и конкретных задач по теме исследований;
- термодинамическом анализе возможных реакции взаимодействия ацетата натрия и пероксида водорода с пассивирующими соединениями и сульфидными минералами;
- подготовке материалов и образцов для проведения экспериментов, анализов исходных веществ и получаемых продуктов;
- проведении экспериментов по теме исследований, обработке и анализе полученных данных;
- написании статей по теме диссертации;
- обобщении результатов исследований, формулирования выводов и научной новизны.

По результатам диссертационной работы опубликовано 8 печатных работ, в том числе:

- одна статья в издании с ненулевым импакт-фактором, входящем в наукометрическую базу данных Scopus;
- три статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (КОКСОН МОН РК).

Основные положения и результаты опубликованы в сборниках и трудах международных конференций:

- Международная научно-практическая конференция «Интенсификация гидрометаллургических процессов переработки природного и техногенного сырья. Технологии и оборудование», Санкт-Петербург, РФ, 2018 г.

– Международная научно-практическая конференция «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях индустрии 4.0», Алматы, 2019 г.

– Международная научно-практическая конференция «Инновации в комплексной переработке минерального сырья», Алматы, 2018 г.

По результатам исследований получен патент на полезную модель РК.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и приложений. Работа изложена на 111 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц и 43 рисунков. Список использованных источников включает 121 наименований.