

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D070203 – «Металлургия»

БҮРКІТСЕТЕРҚЫЗЫ ГҮЛМАРЖАН

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ОКИСЛЕННЫХ МЕДНЫХ РУД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО РЕАГЕНТА

Актуальность диссертационной работы.

Горно-металлургический комплекс играет важную роль в мире, и в частности в Казахстане тоже, и является основой экономики страны. Казахстан входит в десятку ведущих мировых производителей по добыче и производству минерально-сырьевой продукции и обладает огромными запасами медной руды. 6 % мировых разведанных запасов меди находится в недрах Казахстана.

Обогащение является важной стадией переработки медных руд и традиционно медное сырье обогащают методом флотации. Но применение данного метода при переработке окисленных медных руд неэффективно. Проблема обусловлена природной гидрофильностью окисленных медных минералов, что вызывает необходимость поиска новых технологий.

В связи с недостаточной эффективностью флотационных методов большое значение получили комбинированные процессы, из которых в отечественной практике используются только процесс ВОФ (выщелачивание – осаждение – флотация) и сорбционно-бесфильтрационная технология. Данные процессы имеют существенные трудности в реализации, так как требуют специальной дорогостоящей аппаратуры и опасны для экологической обстановки промышленных регионов.

Последней разработкой казахстанских ученых является способ флотационного обогащения окисленных медных руд с предварительной сульфидизацией модифицированным сульфидирующим реагентом.

Предлагаемая к разработке технология предусматривает предварительную сульфидизацию окисленной медной руды модифицированным реагентом сульфидизатором без нагрева, и последующую пенную флотацию в камере флотомашин.

Исходным сырьем служат окисленные медные руды, которые могут восполнить сырьевую базу медной отрасли. Однако до сих пор окисленные медные руды не перерабатывают, а складывают в отвалах, что увеличивает затраты на разработку медных месторождений и осложняет экологическую ситуацию вокруг данных месторождений. В связи с этим данная работа является актуальной как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Целью исследования является разработка эффективной технологии флотационного обогащения окисленных медных руд с предварительной обработкой сырья модифицированным реагентом.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

- исследовать вещественный состав окисленной медной руды и определить химический, гранулометрический состав минерального сырья;
- провести термодинамический анализ взаимодействия компонентов сульфидизации руды с модифицированным реагентом;
- разработать схему сульфидирования и флотации окисленной медной руды с применением метода планирования эксперимента;
- определить оптимальные условия сульфидирования окисленной медной руды модифицированным реагентом и флотации просульфидированной руды;
- тестировать разработанную технологию в укрупненно-лабораторных испытаниях.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- проведение термодинамического анализа взаимодействия модифицированного реагента с окисленными медными минералами – малахитом, азуритом и хризоколлой. Установление принципиальной возможности сульфидирования данных минералов модифицированным реагентом при комнатной температуре;
- обоснование эффективности применения модифицированного реагента результатами лабораторных исследований по сульфидизации и флотации окисленной медной руды Жезказганского месторождения;
- исследование кинетики сульфидирования руды полисульфидом натрия и модифицированным реагентом при комнатной температуре;
- определение оптимальных условий сульфидирования окисленной медной руды модифицированным реагентом;
- проведение исследования по флотации окисленной медной руды Жезказганского месторождения с предварительной сульфидизацией модифицированным реагентом в мельнице.

Практическая ценность работы.

- Исследован химический, минералогический и гранулометрический состав окисленной медной руды.
- Проведен термодинамический анализ взаимодействия модифицированного реагента с окисленной медью.
- Разработаны схемы сульфидирования и флотации окисленной медной руды модифицированным реагентом.
- Определена температурная зависимость стандартной энергии Гиббса реакции сульфидирования.
- Определено, что модифицированный реагент превосходит полисульфид натрия по эффективности сульфидизации в интервале 0-1 мин. в среднем на 40 %, в интервале 1-5 мин. на 55 %.
- Определены оптимальные условия сульфидирования окисленной медной руды модифицированным реагентом: 20-40 % от стехиометрии реакции с окисленной медью с продолжительностью процесса 1-5 мин.
- Определена схема сульфидирования руды, исключая принудительный нагрев пульпы и допускающая проведение процесса в мельнице параллельно с измельчением руды.

- Проведены исследования по флотации окисленной медной руды Жезказганского месторождения с предварительной сульфидизацией модифицированным реагентом в мельнице.

- Исследован процесс флотации окисленной медной руды Жезказганского месторождения с предварительной сульфидизацией руды модифицированным реагентом. Получена зависимость извлечения меди во флотационный концентрат от расходов сульфидизатора и собирателя (бутилового ксантогената калия), времени агитации пульпы с сульфидизатором. На основании частных зависимостей получена математическая модель процесса в виде обобщенного многофакторного уравнения.

- Определены оптимальные условия флотации – 30 % сульфидизатора, 500 г/т собирателя и 4 мин. агитации пульпы с сульфидизатором, которые обеспечивают извлечение меди во флотационный концентрат на 90,2 %.

Методы исследования.

При выполнении работы были проведены экспериментальные и теоретические исследования, анализ патентной и научно-технической литературы, проведение экспериментов, с применением физико-химических, математических методов исследования. Для установления состава исходного сырья и полученных продуктов были использованы различные методы анализа – химический, рентгенофазовый, гранулометрический. Результаты исследований были оформлены согласно нормативным требованиям.

Методам химического анализа исследован состав окисленной медной руды, масс., %: $Cu_{\text{общ.}}$ – 1,2; $Cu_{\text{ок.}}$ – 1,08; SiO_2 – 66,57; Al_2O_3 – 9,91; CaO – 2,01; Fe – 2,67; MgO – 1,29; $S_{\text{общ.}}$ – 0,08.

Процесс флотации был исследован методом планирования эксперимента. Получена математическая модель процесса в виде обобщенного многофакторного уравнения.

Научные положения работы, выносимые на защиту:

- результаты химического, минералогического, ситового и спектрального анализа исходного сырья;

- результаты термодинамического анализа и принципиальная возможность взаимодействия модифицированного реагента с окисленной медью;

- результаты сульфидизации окисленной медной руды модифицированным реагентом;

- результаты исследования по флотации окисленной медной руды;

- результаты экспериментов по оптимизации условий сульфидирования окисленной медной руды модифицированным реагентом и флотации просульфидированной руды.

Место выполнения научно-исследовательской работы.

Работа выполнялась на кафедре «Нанотехнологии и металлургия» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», в лаборатории «Химия и технология высококремнистых материалов» Химико-металлургического института им. Ж.Абишева в рамках выполнения грантовой темы 2132/ГФ «Разработка эффективной технологии обогащения окисленных медных руд с использованием модифицированного реагента» (исполнитель).

Личный вклад докторанта в написание диссертации.

Автор участвовал в определении цели работы и постановке задач исследования, а также в написании статей и тезисов докладов. Лично автором получена основная часть научных и практических результатов данной работы, определяющая как научную новизну, так и практическую ценность работы в целом. Кроме этого, весь комплекс прикладных работ по разработке схем сульфидирования и флотации окисленной медной руды модифицированным реагентом выполнялся в рамках проектов грантового финансирования, где автор являлся исполнителем.

Апробация работы.

По результатам проведенных исследований опубликовано 9 работ в отечественных и зарубежных изданиях, том числе:

- 1 статья в международном научном журнале («Обогащение руд» (Россия) – процентиль 46;
- 3 статьи в научных изданиях рекомендованных КОКНВО МНВО РК («Вестник КарГУ серия «Химия»») (Караганда, Казахстан), «Комплексное использование минерального сырья» (Алматы, Казахстан), «Труды Университета» (Караганда, Казахстан);
- 4 доклада в международных научных конференциях;
- получен 1 патент РК на изобретение «Способ обогащения окисленной медной руды».

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, основной части из 5 глав, заключения, приложения. Объем диссертации составляет 103 страниц машинописного текста, работа содержит 38 рисунков, 36 таблиц, списка использованных источников, включающего 80 наименований.