

УТВЕРЖДАЮ:



Первый проректор
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
горный университет», д.т.н., профессор

Н.Г. Валиев

» марта 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «УГГУ» на диссертационную работу
Чжо Зай Яа «Повышение селективности флотации колчеданных медно-цинковых руд с использованием модификаторов флотации сфалерита на основе соединений железа (II), меди (II) и цинка», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых»

1. Актуальность темы диссертации. Флотационное обогащение колчеданных медно-цинковых руд сопровождается рядом сложностей, обусловленных особенностями их вещественного состава. Высокая массовая доля пирита, тонкая вкрапленность минералов, близкие физико-химические свойства сульфидов цинка, меди и железа, наличие различных по флотуруемости фракций рудных минералов являются причиной значительных технологических трудностей, связанных с их селективным разделением.

Одним из путей повышения селективности флотации и технологических показателей флотационного обогащения медно-цинковых колчеданных руд является совершенствование реагентного режима флотации, в том числе поиск селективных по отношению к сфалериту собирателей и модификаторов. Поэтому тема диссертационной работы Чжо Зай Яа, направленная на повышение селективности флотации колчеданных медно-цинковых руд, является актуальной.

2. Структура и содержание работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованных источников из 174 наименований, содержит 101 рисунок, 29 таблиц и 1 приложение. Общий объём работы составляет 226 страниц.

Во введении приведена общая характеристика работы, дано обоснование актуальности выбранной темы, сформулированы цели и задачи исследования.

В первой главе представлен аналитический обзор публикаций в области флотации сфалерита из медно-цинковых колчеданных руд, рассмотрены особенности их вещественного состава, технологических свойств, проанализированы основные реагентные режимы и схемные решения, применяемые при флотации колчеданных медно-цинковых руд.

Во второй главе приведены материалы и методы исследований, описана методика выполнения опытов по флотации.

В третьей главе рассмотрены теоретические аспекты формирования ионного состава жидкой фазы флотационной пульпы при внесении в отдельные операции флотации колчеданных медно-цинковых руд сульфатов меди (II), цинка и железа (II), условия образования осадков гидроксидов этих металлов в слабощелочной и щелочной известковой среде и термодинамика взаимодействия ксантогенат- и дитиофосфат-ионов со сфалеритом в условиях его флотации и депрессии флотации.

В четвертой главе приведены результаты флотации неактивированного сфалерита бутиловым ксантогенатом калия и дибутилдитиофосфатом натрия и действия модификаторов флотации сфалерита на основе соединений меди (II), цинка и железа (II) в известковой среде в диапазоне изменения pH от 8 до 12.

В пятой главе представлены результаты укрупненных лабораторных исследований на рядовой пробе медно-цинковой колчеданной руды одного из месторождений Урала по изучению влияния модификаторов флотации сфалерита на основе соединений цинка на показатели флотации. Исследовано действие катионов цинка в щелочной известковой среде и смеси цинкового купороса с сернистым натрием.

Шестая глава содержит результаты исследования действия сульфатов цинка, меди (II) и железа (II) на флотацию меди, цинка и железа в операциях медной и медно-цинковой флотации колчеданной медно-цинковой руды и их сравнение.

В заключении отражены основные результаты диссертационной работы.

Диссертационная работа обладает внутренним единством, в ней логично и последовательно изложено решение поставленных задач, в результате чего достигнуто повышение селективности флотации колчеданных медно-цинковых руд.

3. Основные результаты исследования и научная новизна работы.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Установлены закономерности действия собирателей и модификаторов флотации сфалерита и формирования состава соединений на его поверхности.

2. Показано, что при введении в минеральную суспензию медь- и железосодержащих модификаторов флотации сфалерита в условиях образования осадков гидроксидов меди (II) и железа (II) происходит взаимодействие поверхности зерен сфалерита с катионами Cu^{2+} , CuOH^+ , гидрокомплексами $\text{Fe}(\text{OH})^{3-}$ и $\text{Fe}(\text{OH})_4^{2-}$, что приводит к активации поверхности минерала при его флотации.

2. Установлены различия в собирательном действии на сфалерит бутилового ксантогената калия и дибутилдитиофосфата натрия, проявляющиеся в том, что при pH = 10-12 собирательное действие дитиофосфата существенно сильнее, чем ксантогената; при pH = 8 их собирательная способность близка.

3. На основе термодинамических расчетов взаимодействия исследованных собирателей и модификаторов с поверхностью сфалерита построены диаграммы в координатах $E-pC$, где C – концентрация ксантогенат- или дитиофосфат-ионов.

4. Исследована кинетика флотации сфалерита двумя типами тиольных собирателей при различных pH жидкой фазы минеральной суспензии в присутствии гидроксокомплексов меди (II), цинка и железа (II).

Основные практические результаты работы:

1. Впервые установлено активирующее действие железного купороса на флотацию сфалерита, которое наиболее сильно проявляется в сильно щелочной известковой среде при его малых (20 г/т) расходах как с бутиловым ксантогенатом калия, так и с дибутилдитиофосфатом натрия.

2. Экспериментальными данными и установленными зависимостями показано, что при флотации медно-цинковой колчеданной руды введение сульфата цинка в технологическую схему на стадии кондиционирования пульпы перед медной флотацией при его расходе 400 г/т приводит к повышению извлечения меди в медный и медно-цинковый концентраты на 1,5 % и цинка в медно-цинковый концентрат – на 7,5 %. Введение в медную флотацию руды сульфата железа (II), при его расходе 20 г/т, увеличивает извлечение цинка в медно-цинковый концентрат на 8,1 %.

3. Результаты, полученные в ходе работы, позволяют рекомендовать их к использованию в циклах коллективной и медно-цинковой флотации на обогатительной фабрике ОАО «Гайский ГОК», перерабатывающей колчеданные медно-цинковые руды.

4. **Степень обоснованности и достоверности результатов, научных положений, выводов и заключения соискателя.** Выносимые на защиту положения и выводы достаточно обоснованы проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями. Достоверность полученных результатов диссертационной работы подтверждается использованием современных физико-химических методов исследований, представительным объемом экспериментальных данных и удовлетворительной сходимостью результатов исследований с использованием математической статистики.

5. **Основная идея работы** заключается в разработке на основе теоретических и экспериментальных исследований действия собирателей и модификаторов на сфалерит реагентного режима флотации, обеспечивающего повышение извлечения цинка при флотации колчеданных медно-цинковых руд.

6. **Реализация результатов работы** заключается в разработке рекомендаций по совершенствованию реагентного режима флотации колчеданной медно-цинковой руды на обогатительной фабрике ОАО «Гайский ГОК».

7. **Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.** Основные положения, результаты и выводы достаточно полно раскрыты в 5 научных работах, в том числе в рекомендованных ВАК РФ изданиях – 2.

8. **Соответствие автореферата содержанию диссертации.** Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. В автореферате рас-

крывается содержание глав работы, заключения по диссертации и доказываются научные положения.

9. Оформление диссертации. Диссертация оформлена в соответствии с ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», но с множеством грамматических и орфографических ошибок и опечаток. Диссертационная работа достаточно структурирована. Материал иллюстрирован таблицами и рисунками.

10. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. В научной сфере – полученные закономерности расширят и дополнят теорию в области флотационной переработки медно-цинковых руд.

В производственной сфере – результаты экспериментальных исследований могут быть использованы при решении задач повышения извлечения меди и цинка в циклах медной и медно-цинковой флотации на обогатительных фабриках, перерабатывающих колчеданные медно-цинковые руды.

В учебной сфере – выявленные эффекты влияния реагентов-собирателей и модификаторов на флотацию колчеданных медно-цинковых руд позволят повысить уровень преподавания дисциплины «Флотационные методы обогащения».

11. Соответствие содержания диссертации указанной специальности. Анализ объекта, предмета диссертации, цели и задач работы, содержания основных разделов позволяют утверждать, что диссертационная работа соответствует пунктам 1 и 3 паспорта специальности 25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых».

12. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации. По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1. В главе 6 сделан вывод о повышении извлечения меди и цинка в циклах медной и медно-цинковой флотации при подаче в медную флотацию цинкового купороса при расходе 400 г/т, но не раскрыт механизм данных явлений.

2. В соответствии с результатами исследований, приведенными в главе 4, при $pH=10$ аэрофлот проявляет большее собирательное действие на сфалерит по сравнению с ксантогенатом. Полученный результат почему-то не использован при проведении исследований на колчеданной медно-цинковой руде, хотя медно-цинковая флотация проводилась при значениях pH , близких к 10.

3. В работе следовало бы провести исследования по действию сочетания бутилового ксантогената калия и дибутилдитиофосфата натрия на флотируемость сфалерита.

4. В работе даны рекомендации по подаче в медную флотацию железного купороса при расходе 20 г/т, а также цинкового купороса при расходе 400 г/т. Хотя, в соответствии с представленными в главе 6 результатами, наиболее высокое суммарное извлечение цинка в медный и медно-цинковый концентраты 88,24 % (таблица 6.5) достигается при подаче 20 г/т медного купороса в медную флотацию.

5. В главе 2 неверно указаны ссылки на рисунки.

6. Абзацы на стр. 11-12 и 14 повторяют друг друга, частично дублируется информация в таблицах 1.1 и 1.2.

Высказанные замечания не снижают ценности и научно-практической значимости всей работы, а также не влияют на общую положительную оценку работу.

Заключение

Диссертационная работа **Чжо Зай Яа «Повышение селективности флотации колчеданных медно-цинковых руд с использованием модификаторов флотации сфалерита на основе соединений железа (II), меди (II) и цинка»** является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью. Основные положения диссертации были представлены на конференциях и совещаниях и опубликованы в открытой печати в достаточном объеме.

Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, паспорту специальности 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых» и требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, **Чжо Зай Яа**, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа **Чжо Зай Яа «Повышение селективности флотации колчеданных медно-цинковых руд с использованием модификаторов флотации сфалерита на основе соединений железа (II), меди (II) и цинка»** рассмотрена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых Уральского государственного горного университета 28 марта 2018 г. (протокол № 5).

Заведующий кафедрой обогащения
полезных ископаемых ФГБОУ ВО «УГГУ»,
доктор технических наук, профессор



В. З. Козин

Учёный секретарь кафедры обогащения
полезных ископаемых ФГБОУ ВО «УГГУ»,
доктор технических наук, доцент



А. Е. Пелевин

28.03.2018 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
Адрес: 620144, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д. 30
Тел.: 8(343)283-03-65
E-mail: gmf.opi@ursmu.ru