

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ на диссертацию

ХТЕТ ЗО У

ФИО аспиранта

Действие композиций металлосодержащих модификаторов с сульфидом натрия на поверхности сульфидных минералов меди и цинка при флотации медно-цинковых руд

наименование темы научно-квалификационной работы

представленную к защите по направлению

2.8.9 – «Обогащение полезных ископаемых»

(цифр и наименование направления) по направленности

на академическую степень

Кандидата технических наук

В диссертационной работе Хтет Зо У изучено действие композиций металлосодержащих модификаторов с сернистым натрием на поверхности сульфидных минералов меди и цинка при флотации медно-цинковых колчеданных руд. В качестве модификаторов использовались железный купорос, медный купорос и цинковый купорос.

Для решения поставленных задач были использованы следующие современные теоретические и экспериментальные методы исследований: осадительное титрование для анализа состава и состояния продуктов гидролиза сульфатов железа, цинка и сернистого натрия; рентгенофлуоресцентный анализ и измерение дзета-потенциала для изучения взаимодействия продуктов гидролиза реагентов с поверхностью сфалерита и пирита; определение поверхностного натяжения, как характеристика межфазных свойств жидкостей и растворов; измерение краевого угла смачивания и расчет работы адгезии для оценки смачиваемости поверхности минералов в воде и растворе бутилового ксантогената калия; симплексное планирование эксперимента типа «состав – свойство» при проведении флотационных опытов; флотационные испытания разработанных реагентных режимов; анализ кинетических кривых флотации с расчетами спектров флотируемости меди, цинка и пирита.

С 2016 года Хтет Зо У являлся студентом НИТУ «МИСИС», где принимал активное участие в научной и социальной жизни Университета, в 2019 году окончил программу магистратуры с отличием по направлению «Металлургия» и окончил аспирантуру по направлению «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых» в 2025 году.

Актуальность исследования: Колчеданные медно-цинковые руды, широко распространенные на Урале, характеризуются повышенной сложностью обогащения. Данная

особенность обусловлена двумя ключевыми факторами: во-первых, крайне высоким процентным содержанием пирита (до 85–90%), а во-вторых, тонкодисперсным и неоднородным взаимным сростанием сульфидных минералов между собой и с породой.

Наиболее эффективным технологическим процессом разделения минералов из тонковкрапленных руд цветных металлов, таких как медно-цинковые колчеданные руды, является флотация. Для переработки больших объемов труднообогатимого сырья необходимы разработка и внедрение новых методов и технологий. Внедрение селективно действующих реагентов-модификаторов флотации сульфидных минералов, составляющих минеральный комплекс колчеданных медно-цинковых руд, могут повысить контрастность поверхностных свойств минералов с близкими технологическими характеристиками.

В данный момент на обогатительных фабриках наиболее распространена коллективно-селективная схема флотации, при которой из коллективного медно-цинкового концентрата выделяются минералы меди и цинка, с подавлением флотации пирита. Эта технология обеспечивает высококачественное извлечение металлов из тонковкрапленных труднообогатимых руд с последующим получением концентратов меди и цинка.

Селективная флотация сульфидных руд цветных металлов, в частности медно-цинковых колчеданных руд, представляет собой сложную технологическую проблему. Совершенствование реагентных режимов в цикле коллективной медно-цинковой флотации колчеданных медно-цинковых руд позволит минимизировать потери меди и цинка с отвальными хвостами. Эта проблема может быть решена посредством совершенствования существующих технологий за счет расширения номенклатуры используемых флотационных реагентов.

Таким образом, совершенствование реагентных режимов флотации медно-цинковых колчеданных руд с использованием композиций металлосодержащих реагентов-модификаторов с сернистым натрием является актуальной задачей.

Цель работы: повышение эффективности флотации за счет действия композиций металлосодержащих модификаторов с сернистым натрием на поверхность зерен сульфидных минералов меди, цинка и пирита при флотации медно-цинковых колчеданных руд.

Научная новизна:

1. Установлено, что обработка сфалерита раствором, содержащим смесь железного купороса и сернистого натрия в соотношении 50% : 50%, приводит к уменьшению отрицательного значения дзета-потенциала минерала, что свидетельствует о формировании положительного заряда на поверхности зерен сфалерита, и, в свою очередь, способствует

электростатической адсорбции анионных сульфидрильных собирателей и улучшает флотируемость сфалерита;

2. Установлен ряд адгезии аполярной органической жидкости (тяжелый газойль каталитического крекинга) к поверхности сфалерита, предварительно обработанного растворами реагентов модификаторов на основании рассчитанных величин работы адгезии на границе раздела фаз «минеральная поверхность – вода, органическая жидкость и раствор бутилового ксантогената калия;

3. С использованием симплекс-плана Шеффе 4-го разработаны статистические модели, устанавливающие зависимость показателей флотации меди, цинка и железа в коллективный концентрат от состава использованных в работе тройных смесей реагентов-модификаторов на основании результатов медно-цинковой флотации;

4. С использованием метода рентгенофлуоресцентной спектроскопии установлена адсорбция серы при взаимодействии поверхности сфалерита с водными растворами сернистого натрия, особенно с раствором смеси железного купороса, цинкового купороса и сернистого натрия в соотношении 50% : 25% : 25%.

Практическая значимость:

1. Разработан реагентный режим для коллективно-селективной флотации медно-цинковой колчеданной руды одного из Уральских месторождений на основе использования композиций металлосодержащих реагентов-модификаторов с сернистым натрием в коллективном цикле флотации. Зафиксировано повышение эффективности извлечения меди и цинка и снижение флотоактивности пирита, что открывает возможности для внедрения данных решений в промышленную практику обогатительных фабрик.

2. Экспериментально установлено, что смесь железного купороса и сернистого натрия в соотношении 50% : 50% приводит к повышению извлечения меди в медно-пиритный концентрат до 86,74%, а цинка в цинковый концентрат – до 73,86%.

3. Показано, что при применении смеси железного купороса с сернистым натрием при их расходах в смеси 50 г/т каждого реагента наблюдается наилучшая кинетика флотации меди в операции медно-пиритной флотации. Применение реагентов-модификаторов с сернистым натрием не ухудшает кинетику флотации медно-цинковых колчеданных руд.

Диссертационное исследование содержит самостоятельно полученные новые научные результаты и научно обоснованную флотационную технологию обогащения труднообогатимой медно-цинковой руды. По материалам диссертации опубликованы 14 работ, из которых 4 статьи в журналах из перечня ВАК по специальности диссертации и входящих в базы данных

Scopus. Он неоднократно выступал с устными и постерными докладами на различных семинарах и конференциях.

Хтет Зо У является подготовленным к самостоятельной работе научно-педагогическим кадром в области переработки минерального сырья. Считаю, что представленная диссертация полностью соответствует требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, а Хтет Зо У может быть присвоена ученая степень кандидата технических наук по научной специальности 2.8.9 – «Обогащение полезных ископаемых»

Научный руководитель:

Горячев Борис Евгеньевич, Д.т.н., профессор, профессор кафедры «Обогащение полезных ископаемых и переработки техногенного сырья» НИТУ «МИСИС»

Подпись

« 17 »

октябрь

2025 г.



Подпись

Горячева Б.Е.

Заведую

ам. начальника

отдела кадров

Кузнецова А.Е.

« 17 » 10 2025 г.