

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. генерального директора ФГБУ «ВИМС»

Д.С. Козловский

« 21 » апреля 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС») на диссертационную работу Пье Чжо Чжо «Действие композиций металлосодержащих модификаторов поверхности сульфидных минералов цветных тяжелых металлов при флотации медно-цинковых руд», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 — «Обогащение полезных ископаемых»

Рецензируемая диссертационная работа посвящена актуальной для современной России проблеме, связанной с переработкой труднообогатимых колчеданных медно-цинковых руд. Руды характеризуются сложным минеральным составом, взаимопрорастанием сульфидных минералов и их тонкой вкрапленностью в минералах породы, что обуславливает применение процесса флотации как основного для их переработки. Обогащение таких руд также требует применения широкой номенклатуры флотационных реагентов и развитых технологических схем переработки. В силу названных причин это не всегда позволяет обеспечить высокий уровень извлечения меди в коллективный концентрат из-за трудности стабилизации параметров процесса с учетом различия флотационных свойств минералов меди, цинка и железа. Поэтому разработка реагентных режимов, позволяющих обеспечить устойчивость протекания медно-цинковой флотации с применением доступных реагентов-модификаторов, таких как медный, цинковый и железный купоросы, является весьма важной.

Основными задачами диссертационной работы Пье Чжо Чжо являются:

- изучить взаимодействие поверхности минералов сфалерита и пирита с продуктами гидролиза и диссоциации железного и медного купоросов методами рентгено-флюоресцентной спектроскопии и измерения дзета-потенциала;
- изучить влияние продуктов гидролиза и диссоциации медного и железного купоросов на гидрофобизацию поверхности сфалерита и пирита в растворах бутилового ксантогената калия;
- изучить влияние pH водных растворов реагентов-модификаторов на Eh жидкой фазы перед подачей их в медно-цинковую флотацию;
- моделирование зависимости технологических показателей флотации медно-цинковой колчеданной руды от соотношения реагентов-модификаторов в их смеси, обеспечивающего максимальные извлечения меди и цинка в концентраты флотации.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованных источников из 156 наименований. Общий объем работы составляет 176 страниц, включает 110 рисунков, 17 таблиц и 2 приложения.

Выявленные автором закономерности позволили получить наиболее существенные, по нашему мнению, результаты, определяющие научную новизну и научную значимость результатов диссертационной работы:

- установлено, что подача в коллективный цикл флотации колчеданной медно-цинковой руды раствора, содержащего смесь медного и железного купоросов, оказывает стабилизирующее действие на pH и Eh жидкой фазы пульпы, что приводит к повышению извлечения меди и цинка в коллективный медно-цинковый концентрат и в медно-

пиритный и цинковый продукты при селекции коллективного медно-цинкового концентрата;

– на основании измерения дзета-потенциалов сфалерита и пирита, экспериментально установлено различие в знаках и величинах заряда поверхности минералов в растворе смеси медного и железного купоросов при соотношении их концентраций $1,6 \cdot 10^{-5} : 1,44 \cdot 10^{-5}$ г-моль/л, что обуславливает различную гидрофобность поверхности сфалерита и пирита и их флотуруемость в коллективном медно-цинковом цикле флотации.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что:

– на основании экспериментальных данных флотации руды показано, что подача небольшого количества (100 г/т) смеси широко доступных реагентов (железного и медного купоросов) в соотношении 1:1 во флотационную пульпу коллективной флотации стабилизирует процесс и улучшает показатели разделения на медно-пиритный и цинковый продукты;

– разработан способ дозирования смеси железного и медного купоросов в коллективную медно-цинковую флотацию, защищенный «ноу-хау», который можно рекомендовать при проведении промышленных испытаний на обогатительной фабрике ОАО «Гайский ГОК».

Достоверность полученных результатов диссертационной работы подтверждается использованием современного оборудования и аппаратуры, аттестованных методик, исследований с применением современных физико-химических методов, включая рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), измерение краевого угла смачивания, определение дзета-потенциала, значительным объемом экспериментальных данных, полученных с применением статистических методов обработки результатов.

По диссертационной работе имеются замечания и вопросы, не затрагивающие сути научных положений и основных выводов работы:

1. Наблюдаются повторения в изложении материала, например, на стр. 30 (абзацы второй и третий близки по смыслу).
2. В главе 2.8 «Флотационные реагенты и их приготовление» нет данных по содержанию активного вещества в реагентах, из-за чего не ясно, каким образом велся расчет их расхода при флотации.
3. Что означают приведенные на рисунке 4.7, стр. 119 прямые линии зависимости извлечения от состава купоросов для ZnO и CuO.
4. На стр. 120 указано, что «извлечение меди в концентрат медно-цинковой флотации составляет 90,1 %, а цинка — 46,6 %, или суммарное извлечение меди и цинка в концентрат достигает 136,7 %». Суммарное извлечение ценных компонентов некорректно представлять в качестве критерия оценки эффективности реагентного режима, поскольку стоимость меди примерно в 3 раза выше стоимости цинка.
5. В текст работы необходимо внести расшифровки аббревиатур и сокращений, например, БКК, ТГКК, подписи данных (ж.к+м.к.) на рисунках 3.29, 3.33, 3.36 и пр.
6. В автореферате и диссертации допущено большое количество орфографических и пунктуационных ошибок, анализ результатов флотационных исследований изложен недостаточно четко.

Оценивая в целом диссертационную работу Пье Чжо Чжо, следует отметить:

– ее актуальность и научную новизну в области переработки сложных по составу труднообогатимых колчеданных медно-цинковых руд флотационными методами обогащения с применением усовершенствованных реагентных режимов;

– практическую значимость, которая определяется возможностью применения разработанной на основе широко доступных неорганических солей композиции модификаторов для повышения эффективности флотации сложных медно-цинковых руд.

Материалы диссертации Пье Чжо Чжо отражены в 10 публикациях, из которых 4 статьи в журналах из перечня ВАК по специальности диссертации и входящих в базы данных Scopus, 1 заявка на «ноу-хау». Материалы доложены и обсуждены на международных и российских конференциях.

В диссертационной работе Пье Чжо Чжо предлагается решение актуальной научной задачи по интенсификации процесса медно-цинковой флотации для повышения извлечения меди в концентрат за счет применения смеси железного и медного купоросов. Полученные результаты можно рекомендовать для применения на обогатительной фабрике ОАО «Гайский ГОК», перерабатывающей колчеданные медно-цинковые руды. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Работа соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (в редакции постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Пье Чжо Чжо, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 — «Обогащение полезных ископаемых» (технические науки).

Диссертационная работа и положительный отзыв ведущего предприятия рассмотрены на заседании технологической секции Ученого Совета ФГБУ «ВИМС» (протокол № 1 от 21 апреля 2025 г.).

Главный научный сотрудник – советник
генерального директора по технологии
ФГБУ «ВИМС», д.т.н., проф.


А.В. Курков

Ведущий научный сотрудник
ФГБУ «ВИМС», к.т.н.


А.И. Каплин

119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31.
Телефон: +7(495) 950–31–97
Адрес электронной почты: kurkov@vims-geo.ru



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья
им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 1

заседания технологической секции Ученого совета ФГБУ «ВИМС»

от 21 апреля 2025 г.

г. Москва

Председатель — Рогожин А.А.

Секретарь — Соколова В.Н.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

Члены секции: Рогожин А.А., Ануфриева С.И., Курков А.В., Соколова В.Н., Каплин А.И., Лихникевич Е.Г., Пермькова Н.А., Раджабов М.М., Чепрасов И.В.

Приглашенные: Пье Чжо Чжо, Бородина Е.К., Гришаев Г.С., Иванова М.В., Ивашов Д.А., Косоротов Е.А., Лосев Ю.Н., Наумов Д.В., Павлюкович Н.И., Рахимов Х.К., Синайская А.И., Фокин М.А.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Рассмотрение и обсуждение диссертационной работы Пье Чжо Чжо «**Действие композиций металлосодержащих модификаторов поверхности сульфидных минералов цветных тяжелых металлов при флотации медно-цинковых руд**», выполненной на кафедре обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья НИТУ МИСИС, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 — «Обогащение полезных ископаемых».

СЛУШАЛИ:

Пье Чжо Чжо — о результатах проведенных исследований по изучению действия композиций металлосодержащих модификаторов поверхности сульфидных минералов цветных тяжелых металлов при флотации медно-цинковых колчеданных руд, показавших, что подача в медно-цинковый цикл флотации руды раствора, содержащего смесь медного и железного купоросов, оказывает стабилизирующее действие на pH и окислительно-восстановительный потенциал жидкой фазы пульпы, в результате чего повышается извлечение меди и цинка в коллективный медно-цинковый концентрат и в медно-пиритный и цинковый продукты при селекции коллективного медно-цинкового концентрата.

ВОПРОСЫ ЗАДАЛИ:

Рогожин А.А., Ануфриева С.И., Каплин А.И., Лихникевич Е.Г., Пермькова Н.А.

ВЫСТУПИЛИ:

Курков А.В. с сообщением по отзыву ведущей организации — Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»).

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать диссертационную работу «Действие композиций металлосодержащих модификаторов поверхности сульфидных минералов цветных тяжелых металлов при флотации медно-цинковых руд» к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 — «Обогащение полезных ископаемых».
2. Одобрить подготовленный отзыв на кандидатскую диссертацию и направить в адрес диссертационного совета НИТУ МИСИС, защита диссертации состоится «18» июня 2025 года по адресу 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 2.

Председатель

Секретарь



А.А. Рогожин

В.Н. Соколова