

## **Отзыв**

**на автореферат диссертации Хтет Зо У**

**«Действие композиций металлосодержащих модификаторов с сульфидом натрия на поверхности сульфидных минералов меди и цинка при флотации медно-цинковых руд»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.8.9 – Обогащение полезных ископаемых**

### **Актуальность**

Актуальность тематики заключается в необходимости повышения эффективности флотации медно-цинковых колчеданных руд на Урале, особенно при переработке тонкодисперсных, труднообогатимых руд с высоким содержанием пирита (до 85–90%). Современные технологии требуют совершенствования реагентных режимов для снижения потерь меди и цинка с хвостами и увеличения выхода концентратов. Внедрение новых металлосодержащих реагентов-модификаторов с сернистым натрием позволит повысить селективность флотации, увеличить контрастность поверхностных свойств минералов и обеспечить более эффективное разделение сульфидных минералов. Это способствует более экологичной и экономически выгодной переработке сложных руд, повышая качество конечных продуктов и снижая технологические издержки, что крайне важно для развития горнодобывающей промышленности региона.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованных источников из 143 наименований. Общий объем работы составляет 150 страниц, включает 85 рисунков, 17 таблиц и 3 приложения. По материалам диссертации опубликовано 13 работ, из которых 3 статьи в рецензируемых журналах ВАК, 3 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и РИНЦ, 1 свидетельство о регистрации НОУ-ХАУ и 6 тезисов докладов в сборниках материалов научных конференций и форумов.

### **Научная новизна работы.**

1. Обработка сфалерита раствором смеси железного купороса и сернистого натрия (50:50) приводит к изменению дзета-потенциала, формируя положительный заряд и улучшая флотируемость минерала.
2. Установлена адгезия аполярной органической жидкости к поверхности сфалерита, обработанного реагентами.

3. Статистические модели, разработанные по методу Шеффе, связывают параметры флотации меди, цинка и железа с составом реагентов модификаторов.

4. Рентгенофлуоресцентный анализ показал адсорбцию серы на поверхности сфалерита при взаимодействии с растворами сернистого натрия и раствором смеси железного и цинкового купоросов.

### **Достоверность результатов**

Достоверность результатов исследования диссертации была подтверждена современными физико-химическими методами, включая рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), измерение краевого угла смачивания, анализ дзета-потенциала, осаждение и соосаждение гидроксидов и сульфидов цинка и железа; экспериментальные данные, проанализированные с помощью математической статистики, и расчетом моделей типа «состав – свойство».

### **Замечания и рекомендации по автореферату диссертации**

1. Из актуальности автореферата достаточно сложно выделить конкретную проблему и понять какие технологические и реагентные решения позволяют повысить селективность и эффективность флотации труднообогатимых, тонковкрапленных медно-цинковых руд при минимизации потерь ценных металлов.

2. Результаты измерений дзета-потенциала и спектров приведены без явных выводов в тексте, только в виде графиков. Например, на Рис. 6 отсутствует интерпретация значений в контексте влияния на флотацию.

3. Математическая модель и её параметры приведены без указания критериев адекватности (доверительные интервалы). Уравнения для расчёта извлечения металлов не сопровождаются оценкой погрешности или статистической значимости коэффициентов.

4. В автореферате, указано, что оптимальный состав реагентов обеспечивает извлечение меди 91,9% и цинка 45,0%, но отсутствует сравнение с существующими технологиями или базовым вариантом без модификаторов в относительных величинах.

### **Оценка диссертации**

Диссертация Хтет Зо У «Действие композиций металлосодержащих модификаторов с сульфидом натрия на поверхности сульфидных минералов меди и цинка при флотации медно-цинковых руд» является самостоятельным, выполненным на высоком научном уровне исследованием. Работа отличается актуальностью, новизной и практической значимостью, а



полученные в ней результаты обоснованы современными методами. Сделанные выводы логически вытекают из приведённых экспериментальных данных и теоретического анализа, а научные положения, выносимые на защиту, обоснованы и достоверны. Высказанные в настоящем отзыве замечания носят, дискуссионный или частный характер и не снижают общего высокого качества и ценности диссертационного исследования. В целом, содержание автореферата и результаты работы полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.8.9 – Обогащение полезных ископаемых, а Хтет Зо У заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук.

докт. техн. наук 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых

Профессор кафедры обогащения  
полезных ископаемых и инженерной экологии

Федеральное государственное  
образовательное учреждение  
высшего образования

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет,  
профессор

Елена Валентиновна Зелинская

канд. техн. наук 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Научный сотрудник  
Научно-исследовательской части

Федеральное государственное  
образовательное учреждение  
высшего образования

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

Бурдонов Александр Евгеньевич

г. Иркутск, 664074, ул. Лермонтова, 83; ауд. И-021, Б-106,  
тел. 8-914-87-57-912, [zelinskaelena@mail.ru](mailto:zelinskaelena@mail.ru)  
тел. 8-924-70-89-426, [slimbul@rambler.ru](mailto:slimbul@rambler.ru)

16.01.2026

