

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

Михеева Григория Владимировича

«ИЗЫСКАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕАГЕНТОВ-СОБИРАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОКСИДНЫХ ФОРМ СУРЬМЫ»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых

1. Актуальность темы диссертации.

Сурьма является стратегически важным металлом и находит широкое применение в разных отраслях промышленности, поэтому вопросы обогащения сурьмяных руд интересны.

Основной минерал, который извлекается во флотационный концентрат - антимонит.

В практике при флотации антимонита в качестве собирателя используются карбоновые кислоты, сланцевые продукты, смеси смолы с сосновым маслом, диалкилдитиофосфаты, ксантогенаты и т.д.

Потери сурьмы с хвостами, в свою очередь, связаны с оксидными минералами (валентинит, кермезит), форма нахождения которых представлена в виде пленок, линз или чешуек. Единственным известным способом для извлечения оксидов сурьмы, из руд различных месторождений, является флотационное обогащение. До сих пор для предприятий, перерабатывающих сурьмяные типы руды, нет разработанных схем и режимов флотационного обогащения, позволяющие получить кондиционные концентраты из оксидных форм сурьмы.

В представленной работе дано научно-техническое обоснование возможности использования реагента собирателя $K_2S_2O_8$ для повышения технологических показателей флотации сурьмянистых руд.

Таким образом, заявленная тема диссертации. Михеева Григория Владимировича актуальна и в полной мере отражает планы развития горнодобывающей отрасли России.

2. Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка из 110 наименований, изложена на 117 стр. машинописного текста, содержит 32 таблицы, 28 рисунков и 2 приложения.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, цель, задачи, научная новизна, изложены положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлены результаты аналитического обзора литературных и патентных источников по флотации минералов сурьмы.

Обзор свидетельствует, что цель диссертационной работы по исследованию и разработке технологии флотационного обогащения оксидных форм сурьмы, с применением нового реагента собирателя, полностью соответствует технологическим и экономическим требованиям настоящего времени и является значимой и актуальной.

Во второй главе работы дана характеристика объекта исследований.

Изучен вещественный состав руды, определено, что руда месторождения «Жипхоша» представляет собой жильное и жильно-прожилково-вкрапленное кварц-антимонитовое оруденение с содержанием оксидных форм сурьмы до 20%. Изучены физико-механические свойства руды, предложена развернутая технологическая схема, состоящая из предварительного обогащения методами ТСС, РРС, гравитационного и флотационного обогащения на концентратах ТСС и РРС.

В третьей главе изложены методы и результаты исследований состава компонентов жирнокислотных продуктов.

С помощью физико-химических методов анализа (ЯМР, ИК и хроматомасс спектроскопия) определен состав нового комплексного реагента собирателя, основную долю которого составляют жирные кислоты, такие как пальмитиновая – 28 %, линолевая и олеиновая – 35 и 23 %, в незначительной мере присутствует стеариновая кислота – 3 %, парафины – 7 % и аспарагиновая кислота – 2 %.

На основании квантово-химического расчета установлен хемосорбционный характер взаимодействия нового комплексного реагента собирателя с минеральной поверхностью оксидных форм сурьмы.

В четвёртой главе представлены результаты флотационных исследований реагента KSb для флотации окисленных форм сурьмы.

Выполнен комплекс исследований на пробе хвостов сульфидной флотации частично окисленной золотосурьмяной руды Удерейского месторождения и смешанной сурьмяной руды месторождения «Жипхоша».

В процессе проведения лабораторных и полупромышленных испытаний реагента KCs_{sb} в качестве собирателя оксидов сурьмы получены результаты, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым в настоящее время к качеству выпускаемой продукции.

Результаты исследований с использованием комплексного реагента KCs_{sb} рекомендуется использовать при разработке технологии обогащения смешанных и окисленных сурьмяных руд других месторождений.

В **заключении** сформулированы основные выводы по работе.

В двух приложениях приведены: полный факторный эксперимент (ПФЭ) для выявления адекватности процесса флотации окисленной сурьмы, с помощью синтезированного комплексного реагента собирателя $КС_{Sb}$ (Приложение А); расчет ожидаемого экономического эффекта (Приложение Б).

Диссертационная работа логично и последовательно структурирована, написана грамотно.

3. Степень обоснованности и достоверности результатов

Степень обоснованности и достоверности результатов научных положений и выводов основана на использовании апробированных методов исследований, обеспечена достаточным объемом экспериментальных данных и применением взаимодополняющих математических расчётов и технологических исследований.

4. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения учёных степеней»

Научная новизна и практическая значимость проведённого исследования связана с повышением эффективности извлечения сурьмы из смешанных руд при использовании комплексного реагента $КС_{Sb}$.

Исследование имеет следующие квалификационные признаки:

- выбран и изучен новый комплексный реагент собиратель $КС_{Sb}$.
- физико-химическими методами ЯМР, хромато-масс и ИК спектроскопии определен состав $КС_{Sb}$.
- впервые на основе квантово-химических расчётов установлен хемосорбционный характер взаимодействия нового комплексного реагента собирателя с минеральной поверхностью оксидных форм сурьмы.
- разработана эффективная технологическая схема и установлены основные параметры флотации окисленных форм сурьмы
- разработана технология, извлечение сурьмы по которой составляет 78,5 %, при качестве концентрата марки КСУФ-2 (содержание Sb 40-50 %).

Исследования проведены с использованием методов химического и минералогического анализов, для теоретических исследований использованы физико-химические методы. Обработка данных выполнены с применением современных приборов (импульсный спектрометр Bruker DPX250, хромато-масс спектрометр Shimadzu QP5050A, ИК-спектрометр Specord 75 IR) и соответствующего программного обеспечения. Натурные эксперименты проведены с использо-

ванием специальных и стандартных измерительных устройств, приборов, установок, экспериментальные исследования выполнены на установке для полупромышленных испытаний в АО «Иргиредмет». Содержание Sb определены атомно-абсорбционным анализом.

Совокупное использование аналитических методов и подходов позволило получить следующие результаты, имеющие научное и практическое значение:

- разработан состав нового комплексного реагента собирателя для флотации окисленных форм сурьмы и разработаны режимные параметры флотации.
- механизм взаимодействия компонентов, составляющих реагент-собиратель.
- установлен хемосорбционный характер взаимодействия нового комплексного реагента собирателя с минеральной поверхностью оксидных форм сурьмы.
- разработаны способ флотации, повышающий извлечение металла и технологический регламент по переработке сурьмяной руды месторождения «Жипхоша».

Не вызывает сомнений большой объём проведённых исследований, их научное и прикладное значение для повышения экономической эффективности в производстве сурьмы.

5. Личный вклад автора

Личный вклад автора состоит в анализе существующих проблем извлечения окисленных форм минералов сурьмы. Автором сформулированы цели и задачи, проведен комплекс технологических испытаний, обработаны результаты.

6. Апробация работы и полнота публикаций.

Материалы работы прошли научную апробацию. Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на Всероссийских и Международных конференциях.

По материалам диссертационной работы опубликовано десять печатных работ, в том числе пять входят в перечень ведущих рецензируемых изданий, утверждённых ВАК Минобрнауки.

7. Оформление диссертации

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам, обладает внутренним единством. Материал изложен ясно, логично. Хорошо иллюстрирован таблицами и рисунками.

8. Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

6. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Целесообразно продолжить работу с предлагаемым реагентом в промышленных масштабах, а также на смешанных и окисленных рудах других цветных металлов.

7. Общие замечания

- в диссертации есть информация об исследовании реагента $KCSb$ на хвостах сульфидной флотации руды Удерейского месторождения, но не приводятся данные о вещественном составе объекта исследования, о наличии оксидных форм сурьмы.

- в автореферате нет информации, что предлагаемый реагент был испытан на продукте флотации руды Удерейского месторождения.

- приводится зависимость потерь металла с хвостами флотации от pH-среды с использованием реагента-собирателя $KCSb$ (рис 8 автореферата). Диапазон исследуемых значений pH-среды от 7,2 до 10. Наблюдается снижение содержания сурьмы в хвостах с 1,2% до 0,8%. Почему не исследованы значения pH более высокие?

- об использовании полного факторного эксперимента говорится в выводах работы и в приложении А. Изучались только три фактора: крупность питания флотации, pH-среды и расход реагента-собирателя. Установлена эффективность флотационного обогащения оксидных форм сурьмы (адекватность модели). Возникают вопросы:

а) почему не изучены такие факторы как расход жидкого стекла, время флотации и агитации? Эти факторы обозначены в выводах к главе 4 диссертации.

б) какая была принята функция отклика (функция цели), какому технологическому показателю (совокупности показателей) соответствует «эффективность флотации»?

в) в таблице 1А для X2 верхний и нижний уровни не корректно определены (8 и 11 соответственно).

г) полный факторный эксперимент предполагает изучение не только влияние факторов, но и их взаимодействие на функцию отклика. В матрице планирования эксперимента не показаны эффекты взаимодействия $X1X2$, $X1X3$, $X1X2X3$ и т.д.

- по результатам полупромышленных испытаний показано, что содержание сурьмы в хвостах флотации (1,07 %). Не приводится распределение потерь сурьмы по классам крупности и нет данных о том, какие минералы из оксидов сурьмы не были сфлотированы.

- результаты исследований с использованием комплексного реагента $KCSb$ рекомендуется использовать при разработке технологии обогащения смешанных и окисленных только сурьмяных руд, или полученные результаты можно применить и для извлечения других ценных компонентов, находящихся в оксидных минеральных формах?

Большинство высказанных замечаний носит дискуссионный и рекомендательный характер, что не может оказать заметного негативного эффекта на сущность и качество изложения представленных материалов.

8. Заключение

В целом диссертация написана понятным и технически грамотным языком. Её содержание обладает высокой степенью проработки, последовательностью и ясностью изложения научных результатов. Научные результаты, полученные соискателем, имеют важное значение для практики обогащения смешанных и окисленных сурьмянистых руд. Оформление работы соответствует Государственным стандартам, требованиям ВАК и действующим нормативным документам. Текст автореферата соответствует основному содержанию диссертации и даёт достаточно полное представление о структуре, научной новизне и практической значимости работы, а также доказательной базе защищаемых положений, апробации и публикациях по теме диссертации.

С учётом актуальности темы диссертационной работы, научной обоснованности, оригинальности и новизны технических разработок, можно заключить, что диссертация Михеева Григория Владимировича содержит необходимые квалификационные признаки, соответствующие Пункту 9 «Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013г.№ 842), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25 00 13 «Обогащение полезных ископаемых»

Доцент кафедры обогащения полезных ископаемых
Института цветных металлов и материаловедения
Сибирского федерального университета,
кандидат технических наук, профессор РАЕН,

Наталья Константиновна Алгебраистова

С включением моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, согласна.

тел.8(391) 2-06-36-94

+7 913-512-25-49

e-mail Algebraistova@mail.ru

660025, г. Красноярск, ИЦМиМ

пр. Красноярский рабочий,95,

кафедра ОПИ



ФГАОУ ВО СФУ
Подпись Алгебраистова заверяю
Начальник общего отдела
« 13 » _____ 02 _____ 20 22