

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Ергешевой Назымарзу Дауренкызы**
на тему: **«Повышение контрастности флотации сульфидов сурьмы, железа и мышьяка из труднообогатимых золотосульфидных руд с использованием сочетания сульфгидрильных собирателей в окислительно-восстановительных условиях»**,
представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых»

По данным академика РАН, Чантурия В. А., за последние 20 лет доля труднообогатимых руд возросла с 15% до 40%. Золото и сурьма относятся к основным видам стратегического минерального сырья (Распоряжение Правительства РФ от 30 августа 2022 г. № 2473-р). Более 1/3 запасов золотосодержащих руд являются труднообогатимыми (упорными), поэтому актуальность темы диссертационного исследования, направленная на разработку эффективных реагентных режимов флотации, повышающих контрастность флотационных свойств разделяемых минералов, позволяет вовлечь в переработку труднообогатимые золото-арсенопиритовые сурьмянистые руды, сомнений не вызывает.

Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда (проект №22-27-00102 от 20.12.2021, проект 8654301) «Изучение механизма взаимодействия сульфгидрильных собирателей разной ионогенности с трудноокисляемыми сульфидами цветных металлов и сопутствующими сульфидами в контролируемых окислительно-восстановительных условиях» и в рамках Договора НИР 159/23-615 от 08.08.2023 г. (тема 1654016).

Научная новизна проведённых соискателем учёной степени теоретических и экспериментальных исследований, заключается в следующем:

1. Установлен эффект снижения флотиремости антимонита при достижении критической концентрации модификаторов (как окислителя, так и восстановителя) на основе изучения состава комплексов железа (II), железа (III) и меди (II) в водных растворах, при которой достигается контрастность разделения антимонита от арсенопирита и пирита и учитывается сложная минералогическая структура и распределение ценных компонентов в руде.

2. Изучены новые комбинации ионогенных и неионогенных соединений, содержащих сульфгидрильные группы в составе собирателей и установлено, что оптимальное соотношение ионогенных (бутиловый ксантогенат, дибутиловый и диизобутиловый дитиофосфат) и неионогенных (О-изопропил-N-метилтионокарбамата, О-изопропил-N-этилтионокарбамата) компонентов в сульфгидрильном собирателе для пирита и арсенопирита составляет 20:80 и 50:50 соответственно, при котором достигается их максимальная флотиремость, а при соотношении 40:60 флотиремость этих минералов наименьшая.

3. Предложен механизм взаимодействия сульфгидрильного собирателя в присутствии тиосульфата натрия с поверхностями антимонита, пирита и арсенопирита, заключающийся в том, что на арсенопирите образуются гидроксиды железа, на пирите – полисульфиды, что снижает закрепление сульфгидрильных собирателей; на поверхности антимонита совместно закрепляются тиосульфат, элементная сера и собиратели, обеспечивая контрастность флотации антимонита в сравнении с арсенопиритом и пиритом, обусловленная тем, что сульфгидрильные собиратели и тиосульфат закрепляются на независимых активных центрах, конкуренция между собирателем и модификатором за активные центры поверхности минимальна.

Практическая значимость работы для промышленности, связанной с переработкой полезных ископаемых заключается в следующем:

1. Разработан эффективный реагентный режим флотации труднообогатимой золотосульфидной руды на основе сочетания оптимального соотношения различных сульфгидрильных собирателей, что позволило повысить контрастность флотации сульфидов сурьмы, железа, мышьяка и извлечение золота в золотосульфидный концентрат, получить сурьмяный продукт при незначительных потерях золота (1,16 %) и снизить отрицательное влияние на окружающую среду за счёт сокращения расхода реагентов.

2. Разработана технология флотации (частично-коллективно-селективная) труднообогатимой золотосульфидной руды с получением золотосульфидного концентрата, удовлетворяющего требованиям ТУ 48-16-6-75, позволяющая снизить потери золота, а, следовательно, в конечном итоге, увеличить объём производства золота и повысить рентабельность предприятия.

3. Новизна разработанной технологии подтверждается получением положительного решения от 13.01.2025 г. по заявке № 2024110625 от 18.04.2024 г. на выдачу патента на изобретение «Способ селективной флотации стибнита из золото-сульфидных руд». В настоящее время патент зарегистрирован в Федеральном институте промышленной собственности» (ФИПС) и уже получен охранный документ RU2834925C1, удостоверяющий приоритет изобретения на территории Российской Федерации.

Уровень представленного исследования, степень обоснованности, достоверности, новизны научных положений, выводов и рекомендаций, практической значимости свидетельствуют о личном вкладе автора работы в науку и подтверждаются: представительностью проб; использованием комплекса современных физико-химических методов исследований в аттестованных лабораториях; проведением достаточного количества экспериментов и получением большого объёма данных; применением методов математической статистики для обработки экспериментальных данных.

Следует отметить большой объём экспериментальных исследований и высокий научный потенциал соискателя. Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Достоверность теоретических гипотез автора подтверждаются удовлетворительной сходимостью с результатами экспериментальных исследований.

Замечания и вопросы по работе:

1. Результаты исследования кинетики флотации на смеси сульфидов " $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{-FeAsS}$ " (а) и " $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{-FeS}_2$ " (б), представленные на рис.7 (стр. 14) вызывают вопросы, так как значения пяти из восьми коэффициентов корреляции составляют $R^2 \sim 0.6 - 0.8$. Возникают сомнения в том, что порядок реакции в данных случаях первый.
2. Не точно в общем виде представлена формула сульфгидрильного собирателя (RX), так как электрический заряд на рисунке справа отсутствует и это создаёт впечатление нарушения закона сохранения (стр. 17). Для подрисовочных подписей требуется уточнение: для каких конкретно сульфгидрильных собирателей предложены механизмы взаимодействия (рисунки 8 и 9). Желательно было сделать особый акцент на окислительно-восстановительные условия процесса флотации.
3. Кроме оценки эффективности флотационного обогащения по критерию Ханкок-Луйкен (the Hancock - Luiken criterion) – таблица 2 (стр. 19) следовало представить результаты экономического расчёта эффективности нового технологического решения, так как возникает вопрос о целесообразности применения разработанных реагентный режимов и схемы флотации для применения в обосновании и расчете технико-экономических показателей флотационно-цианистой технологии переработки руды золотосульфидного месторождения и подготовки ТЭО кондиций. Если такой расчёт представлен в диссертации, то в автореферате надо было указать номер акта и дату внедрения.

Высказанные замечания не снижают ценности полученных результатов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что диссертация Ергешевой Назымарзу Дауренкызы является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании комплекса выполненных исследований и полученных новых научных результатов предложены технологические решения, позволяющие вовлечь в переработку труднообогатимые золото-арсенопиритовые сурьмянистые руды, что имеет существенное значение для золотодобывающей отрасли страны.

Заключение

Диссертационная работа Ергешевой Назымарзу Дауренкызы «Повышение контрастности флотации сульфидов сурьмы, железа и мышьяка из труднообогатимых золотосульфидных руд с использованием сочетания сульфидрильных собирателей в окислительно-восстановительных условиях», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых», соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС».

Соискатель Ергешева Назымарзу Дауренкызы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых».

Исполняющий обязанности заведующего кафедрой химии,
профессор кафедры инженерной экологии
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Забайкальский государственный университет»,
доктор технических наук по специальности
25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых»,
доцент по кафедре «Обогащение полезных
ископаемых и вторичного сырья»

Шумилова Лидия Владимировна

Адрес: 672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, дом 30

Телефон: 8 3022 41 71 22

Адрес электронной почты: shumilovalv@mail.ru

Доцент кафедры химии
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Забайкальский государственный университет»,
кандидат химических наук по специальности
02.00.06 «Высокомолекулярные соединения
(химические науки)», доцент

Дабижа Ольга Николаевна

Адрес: 672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, дом 30

Телефон: 8 3022 41 71 22

Адрес электронной почты: dabiga75@mail.ru

Мы, Шумилова Лидия Владимировна и Дабижа Ольга Николаевна, даём свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Шумилова Лидия Владимировна

Дабижа Ольга Николаевна

« 12 » 05

2025 г.

Подпись

Дабижы О.Н.

Заверяю

Лидия А.В. Шумилова

документов 12.05.25

Подпись

Шумиловой Л.В.

Заверяю

Лидия А.В. Шумилова

документов 12.05.25