

Системный подход к изучению взаимодействия различных факторов и инициализация моделей процессов обогащения, в том числе и на основе моделирования, позволяет разрабатывать эффективные технологии, снижающие потери металлов с хвостами и повышающие экономическую рентабельность процессов переработки. Для реализации данной задачи необходима широкая аппаратная база с целью осуществления экспресс оценки состояния процесса. Флотационное обогащение, ввиду многообразия протекающих процессов, требует точного контроля над технологическими параметрами. В этой связи, актуальной задачей является разработка новых и развитие имеющихся подходов к контролю технологических процессов, например, внедрение контроля ионного состава пульпы с помощью ионоселективных сенсоров. Современные системы мониторинга и сбора данных, построенные на основе ионоселективных сенсоров, обеспечивают непрерывный поток информации, что предоставляет возможности для применения адаптивных моделей, способных изменять свои параметры в ответ на текущие условия. Основанное на этих данных имитационное моделирование позволяет глубже понять механизмы взаимодействия минералов и реагентов, что открывает новые перспективные возможности для повышения эффективности обогащения. Дополнительно, использование нейронных сетей и алгоритмов глубокого обучения может значительно улучшить предсказательную способность моделей, позволяя более точно прогнозировать результаты флотационного процесса. Установление диагностических моделей отклика потенциалов ионоселективных сенсоров на концентрацию реагентов в пульпе, позволяет более точно оценить взаимодействие между реагентами и минеральными частицами, что, в свою очередь, способствует оптимизации флотационного процесса.

Научная новизна диссертации

Научная новизна работы состоит в установлении новых зависимостей и, основанной на них, схеме управления процессами обогащения, а именно:

- экспериментально установлены зависимости извлечения и эффективности флотационного обогащения от распределенной дозировки и времени агитации реагента-модификатора Na_2S , с учетом данных контроля ионного состава пульпы;
- определены диагностические модели отклика значений потенциалов ионоселективных сенсоров на концентрацию реагентов в пульпе;
- разработана, теоретически обоснована и экспериментально апробирована методика исследований руд на обогатимость флотационным методом с учётом электрохимических параметров и применения современных методов численного моделирования;
- предложена и обоснована функциональная схема управления процессом флотации, позволяющая повысить технологические показатели и стабилизировать качество получаемых

концентратов в динамических условиях изменчивости состава перерабатываемого сырья на основе данных ионоселективных сенсоров.

Степень обоснованности, достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается проведённым комплексом экспериментально-теоретических исследований с использованием высокоточного оборудования, современных методов численного моделирования, применением стандартных и отраслевых методик, оценкой полученных данных методами математической статистики.

Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований соответствуют поставленной цели и задачам. На основании полученных результатов исследований, которые являются достоверными, не вызывающими сомнений и, исходя из анализа представленной работы, все защищаемые научные положения достаточно полно раскрыты в диссертационной работе и аргументировано доказаны.

Работа прошла апробацию на следующих семинарах и конференциях: XIX всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования», 12-16 апреля 2021 г., г. Санкт-Петербург; XVIII международный форум-конкурс студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования» 16-20 мая 2022 г., г. Санкт-Петербург.

Тема диссертации, направленность проведенных исследований и полученных результатов соответствуют паспорту научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых (технические науки), по пунктам:

п. 3. Повышение контрастности технологических свойств разделяемых минералов. Физические, физико-химические и химические процессы разделения, концентрации и переработки минералов, руд, промежуточных продуктов переработки природного и техногенного минерального сырья.

п.7. Моделирование, контроль, цифровизация, автоматизация технологических процессов обогащения, их оптимизация.

Научные результаты, их ценность

Ценность полученных научных результатов заключается в систематизации и развитии методов контроля процессов флотационного обогащения комплексных медных руд с использованием ионоселективных сенсоров.

Результаты диссертационного исследования в полной мере освещены в 4 печатных работах, в том числе – 2 в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, внесённых в Перечень журналов и изданий, утверждённых Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные

результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 2 – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Научные положения, выносимые на защиту, достаточно полно отражены в опубликованных работах.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Выводы и результаты представленной на рассмотрение диссертационной работы имеют высокую научную и практическую ценность. Использование полученных в диссертации результатов и рекомендаций будет способствовать повышению эффективности переработки полезных ископаемых.

К основным теоретическим и практическим результатам можно отнести:

- разработан подход к изучению электрохимических свойств перерабатываемого сырья, позволяющий установить оптимальные расходы флотореагентов для достижения целевых технологических показателей;
- разработана программа для ЭВМ «Программа для выбора ионоселективных сенсоров на основе данных калибровки», для расчета коэффициентов электрохимических моделей и выбора набора ионоселективных сенсоров для проведения исследований;
- обоснован способ осуществления дозировки флотореагентов с учетом минералогического состава руды в условиях обогатительной фабрики и аппаратурный комплекс для его реализации, позволяющий стабилизировать качество получаемого концентрата.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и модернизации горно-обогатительных предприятий, перерабатывающие комплексные руды флотационным методом, а также в научно-исследовательских организациях при составлении и реализации методик проведения исследований процессов флотации различных руд и техногенного сырья.

Научные результаты исследований использованы в учебном процессе «Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II» и при проведении научно-исследовательских работ в ООО «Новомэк Инжиниринг».

Оценка структуры и содержания диссертации

Полученные результаты теоритических и экспериментальных исследований соответствуют поставленной цели и задачам. Автореферат отражает содержание диссертации. Диссертация имеет внутреннее единство всех глав. Автор работы оформил выводы по главам и общее заключение структурно содержательно, а также умело показал

результативность проведённого исследования.

Следует отметить логическую чёткость изложения результатов исследований, что свидетельствует о практическом опыте работы соискателя в научно-исследовательской области. Содержание диссертации соответствует содержанию автореферата и содержанию четырёх опубликованных работ. Приоритет нового технического решения подтверждён свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № № 2023680109 Российская Федерация.

Исследования проводились в рамках гранта Российского научного фонда (проект № 19-17-00096).

Следует отметить большой объём экспериментальных исследований и научный потенциал соискателя. Детально проведёна экономическая оценка рентабельности предлагаемых новых технических решений по повышению эффективности переработки комплексных медных руд.

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций.

Замечания и вопросы по работе

По диссертационной работе Яковлевой Т.А. имеются следующие вопросы и замечания:

1. В разделе 1.2 «Развитие принципов технологического аудита флотационного процесса на основании ионометрического картографирования в промышленных условиях» рассматриваются только аргентитовый, платиновый и пленочный мембранный электроды. В тоже время соискатель подчеркивает в качестве новизны своей работы расширение формата информационного пространства флотационного процесса. Чем объясняется такой вывод?

2. В таблице 2.3 (содержание основных химических элементов, стр.31) диссертационной работы указано, что содержание Fe = 23,52%. Как правило, руды с таким содержанием должны направляться на магнитное обогащение, а в технологических схемах проведенных исследования, данная операция отсутствует. Чем объясняется этот факт?

3. В блок-схеме проведения флотационных исследований с ионоселективными сенсорами (рисунок 3.8, стр.44) приведен реагент бутиловый ксантогенат. В случае применения другого реагента как меняется предложенная схема исследований?

4. При исследовании руд на обогатимость с применения ионоселективных сенсоров предлагается осуществлять дробную подачу реагентов с шагом варьирования в 20 г/т. Чем обусловлен выбор данного интервала?

5. На основании проведенных исследований, представленных в главе 3, автором сделан вывод об образовании гидроксокомплексов железа, при этом не приводятся доказательства выдвинутой гипотезы. Требуется пояснение: на основании каких данных, сделано такое предположение?

6. Название главы 4 – «Нейросетевое моделирование» не соответствует ее содержанию и сделанным выводам по главе.

7. По данным корреляционного анализа (таблица 4.4, стр.71) автор приходит к выводу об отсутствии взаимосвязи между содержанием меди в концентрате и его извлечением. Чем может быть объяснено данное противоречие?

8. В четвертой главе соискатель оперирует такими терминами как «Фактор вторичного обогащения» и «Полиметаллический фактор», но не даёт пояснений, какой смысл автор вкладывает в эти понятия.

Замечания по работе соискателя Яковлевой Татьяны Александровны носят частный характер и не снижают значимости, полученных автором, научных и практических результатов.

Заключение по диссертации

Диссертация Яковлевой Татьяны Александровны «Повышение эффективности обогащения комплексных медных руд на основе данных ионоселективных сенсоров», является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований, изложены новые научно обоснованные технические решения по повышению эффективности переработки комплексных медных руд (стратегическое минеральное сырьё), имеющие существенное значение для развития страны.

По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов, представленная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, в полной мере отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор – Яковлева Татьяна Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Яковлевой Татьяны Александровны обсужден и утвержден на расширенном заседании кафедры химии с приглашением профессорско-преподавательского состава государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет», протокол № 6 от 26 ноября 2024 года.

Присутствовали на заседании – 15 человек. В голосовании приняло участие 15 человек. Проголосовали: за 16, против 0, воздержались 0.

Председатель заседания

И. о. 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

Секретарь заседания

Доцент кафедры химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет»

Салогуб Елена Викторовна

26 ноября 2024 г.

Подписи: Шумиловой Лидии Владимировны, председателя заседания; Салогуб Елены Викторовны, секретаря заседания, заверяю.



Директор административного департамента

А. В. Еремеев

«26» 11. 2024 г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Забайкальский государственный университет»

Адрес: 672039, г. Чита, улица Александро-Заводская, д. 30

Адрес официального сайта в сети Интернет: <https://zabgu.ru/>

E-mail: mail@zabgu.ru

Телефон: +7 (3022) 41-64-44