

О Т З Ы В

ОТЗЫВ
ВХ. № 9-546 от 09.12.24
АУ УС

официального оппонента, *к.т.н., Никитина Романа Михайловича* на диссертацию *Яковлевой Татьяны Александровны* на тему: «Повышение эффективности обогащения комплексных медных руд на основе данных ионоселективных сенсоров», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых.

1. Актуальность темы диссертации

В представленной диссертационной работе развиваются идеи применения ионоселективных электродов для контроля и управления процессами флотационного обогащения комплексных медных руд, характеризующихся низким содержанием ценных компонентов. Обогащение таких руд флотационным методом требует тщательного подбора технологических параметров и реагентного режима, что подтверждает актуальность проведённых исследований. Разработанная методика лабораторных исследований, а также система контроля подачи реагентов позволяют определить оптимальные параметры протекания сепарационных процессов и стабилизировать качество получаемой продукции. Применение систем контроля на базе ионоселективных сенсоров позволяет проводить детальный анализ электрохимических параметров пульпы, что критически важно для понимания процессов, происходящих при флотационном обогащении. Такие системы обеспечивают высокую частоту и точность измерений, а также позволяют отслеживать изменения в реальном времени. Это, в свою очередь, способствует в принятии более обоснованных технологических решений, которые уменьшают потери полезных компонентов и улучшают общую эффективность обогащения. Кроме того, применение ионоселективных сенсоров, обеспечивает сбор большого объёма данных для создания высокоточных моделей процесса. В условиях флотационного обогащения, когда количество факторов, влияющих на эффективность велико, традиционные подходы, основанные на множественной регрессии, начинают демонстрировать свои ограничения. Современные методы, такие как машинное обучение, позволяют обойти ограничения регрессионных моделей, благодаря возможности работы с неполными, шумными и коррелированными данными, что делает их более устойчивыми к условиям реальной эксплуатации. Кроме того, алгоритмы обработки больших данных могут учитывать множество переменных одновременно, что позволяет более точно предсказывать поведение флотационных систем и производить точечную корректировку параметров.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертации Яковлевой Т.А. заключается в установлении диагностических моделей отклика значений потенциалов ионоселективных сенсоров на концентрацию реагентов в пульпе. Данные модели позволили установить численные значения

дозировок реагентов для поддержания наиболее благоприятных режимов флотации в рамках предложенной функциональной схемы управления процессом флотации. Также установлены функциональные зависимости извлечения и эффективности флотационного обогащения от распределенной дозировки и времени агитации модификатора, полученные путем нейросетевого моделирования процесса.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность защищаемых научных положений выводов и рекомендаций подтверждается использованием методов углубленной статистики для обработки данных. В работе использован программный комплекс Statistica и высокоуровневый язык программирования Python для автоматической обработки статистических данных, что подтверждает надежность полученных результатов.

Поставленные задачи в работе были решены посредством проведения широкого спектра исследований, включающего лабораторные и промышленные испытания.

Работа прошла апробацию на всероссийских и международных семинарах и конференциях, а основные ее положения опубликованы в высокорейтинговых журналах.

Тема диссертации, направленность проведенных исследований и полученных результатов соответствуют паспорту научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых по пунктам 1 и 4.

4. Научные результаты, их ценность

Результаты диссертационного исследования в полной степени освещены в 4 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость результатов диссертации заключается в формализации методики проведения исследования руд на обогатимость флотационным методом с использованием ионоселективных электродов. Запатентована программа для ЭВМ (патент РФ № 2023680109 от 14.09.2023), позволяющая осуществлять выбор пары ионоселективных сенсоров, на основе данных их калибровки. На примере обогащения комплексной медьсодержащей руды приведен алгоритм определения дозировок применяемых реагентов. Предложенный подход апробирован в условиях обогатительной фабрики, где в результате проведенного исследования был скорректирован технологический режим, что привело к повышению качества получаемых продуктов. Расчет экономической рентабельности внедрения

предлагаемой системы контроля подтвердил перспективность ее внедрения на предприятиях минерально-сырьевого сектора.

Предложенные решения могут быть использованы при разработке технологий обогащения и модернизации действующих предприятий.

6. Замечания и вопросы по работе

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В названии главы 1 упоминаются методы углубленной статистики для оценки технологических показателей обогатительной фабрики, при этом в самой главе эти методы не описаны.

2. При инициализации функций межпараметрической связи извлечения меди и значения потенциала Ag_2S электрода, а также функции отклика извлечения по меди на изменение значения времени стабилизации потенциала Ag_2S электрода была использована обобщенно-регрессионная нейронная сеть. Требуется обоснование выбора именно этого типа нейросети. Как проводился отбор сети для анализа данных, какие метрики для этого использовались? Была ли проведена верификация предложенной модели?

3. Входными функциями для создания обобщенно-регрессионной нейронной сети являлись значения потенциалов электродов: Pt; Ag_2S ; EM; pH, а также время измельчения $t_{изм}$. При этом ранее в п.3.1 время измельчение было зафиксировано на отметке в 15 мин. Чем объясняется включение данного фактора в модель?

4. В тексте работы встречается понятие «стабилизация потенциалов электродов». Что понимается под данной операцией?

5. При анализе сменных данных методами углубленной статистики указывается период сбора данных с января по сентябрь 2020 года при этом статистический массив включает 433 сменных наблюдения? С какой периодичностью проводился отбор данных? Так же далее в таблице 4.1 упоминается 1 и 2 линия. В чем разница между двумя линиями?

6. В разделе 4.2 приведен гармонический анализ сменных экспресс анализов, как данные проведенного анализа связаны с основными задачами работы?

7. В работе предлагается выражение для показателя ΔpS и ΔpX (определяющим разницу между фактическими и расчетными показаниями Ag_2S электрода по диагностическим моделям), чем обосновано наличие ограничения на данный показатель (более 10 мВ)?

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации соискателя Яковлевой Татьяны Александровны и носят уточняющий характер

7. Заключение по диссертации

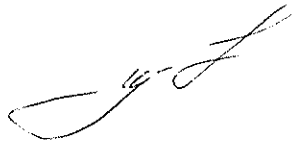
Диссертация «Повышение эффективности обогащения комплексных медных руд на основе данных ионоселективных сенсоров», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении 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.

Официальный оппонент

к.т.н.,

ученый секретарь Горного института КНЦ РАН



Никитин Роман Михайлович

15 ноября 2024 года

Сведения об официальном оппоненте:

Никитин Роман Михайлович

кандидат технических наук,

ученый секретарь Горного института КНЦ РАН – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук».

184209 г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Ферсмана, д. 24

+7(81555)79542,

r.nikitin@ksc.ru

Подпись Никитина Романа Михайловича заверяю

ПОДПИСЬ
<i>Никитин Р. М.</i>
По месту работы удостоверяю Зав. канцелярией Горного института
<i>Александрова</i>
«15» ноября 2024 г.

