

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Зубковой Ольги Сергеевны
«Комплексная переработка сапонитовых руд с добавкой щелочного алюмосиликатного сырья»
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.01–Технология неорганических веществ

Актуальность темы исследования

Отличительной особенностью месторождений ПАО «Севералмаз» среди известных месторождений алмазов Якутии является повышенное содержание сапонита - глинистой примеси со структурой монтмориллонита. Так, полидисперсная примесь (0,4–7 мкм) создает проблемы при мокром обогащении на фабрике № 1 Ломоносовского ГОК. Образующаяся водная суспензия с тонкодисперсной фракцией имеет гелеобразную структуру, обеспечивающую частицам сапонита седиментационную устойчивость, что препятствует эффективному процессу разделения суспензии и созданию замкнутого цикла водооборота на промышленном объекте.

Использование реагентов-сгустителей высокого сжатия требует дополнительных капиталовложений в оборудование и энергозатрат, а применение известных коагулянтов и флокулянтов к исследуемым системам не дает ожидаемого результата, к тому же недостатком применения коагулянтов является повторная стабилизация суспензий.

Поиск новых технологических добавок и эффективной комплексной переработки сапонитового шлама является актуальной задачей для ряда обогащательных комбинатов.

Научная новизна работы:

1. Разработаны научные основы методического определения минерального состава сапонитовой руды кимберлитовых алмазоносных трубок Архангельская и им. Карпинского-1 с использованием рентгеновского дифрактометра XRD-7000, баз кристаллографических данных ruff.info, диагностических констант минералов В.Г. Фёкличева, рентгенометрического определителя минералов В.И. Михеева.
2. Определен минеральный состав сапонитовой руды кимберлитовых алмазоносных трубок Архангельская и им. Карпинского-1, который позволил рассчитать количественное содержание различных минералов в руде влияющих на процесс размола.
3. На основании выполненных исследований определены причины невозможности разделения суспензии сапонит-вода без применения кальцийалюмосиликатного реагента.
4. На основании изученного минерального состава на всём протяжении технологического цикла установлены оптимальные физико-химические показатели получения и проведения синтеза кальцийалюмосиликатного реагента осадителя для обработки сапонитсодержащих вод, при котором обеспечивается лучшее качество осветлённой воды (снижение концентрации содержания взвешенных веществ).
5. Определены условия получения кальцийалюмо-силикатного коагулянта из кальцийсодержащего материала (известняка), с учётом минерального состава шламсодержащей сапонитовой пульпы путём смешивания его с кремнеземсодержащим минералом, в качестве которого используется каолинит, и дальнейшей термообработке при 1285–1300°C в течение 1ч.
6. С учётом климатических особенностей (температурного режима) Архангельского региона разработана технологическая схема сгущения сапонитсодержащего шлама.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Определение физико-структурных особенностей состава пульпы хвостохранилища и расчёты реальной скорости осаждения частиц сапонита в чаше хвостохранилища позволили предложить способ сгущения сапонито- вой пульпы минеральными осадителями.
2. Применение кальцийалюмосиликатного реагента в качестве коагулянта для осаждения разбавленной сапонитовой пульпы от микровзвесей (мутность) и уплотнителя позволяют достигнуть высокую степень очистки на 95 % и уплотнение осадка до 1,057 г/см³.
3. На основании выявленной закономерности гранулометрического и минерального состава руд

определён диапазон оптимальных условий осаждения и сгущения взвешенных веществ в сапонитсодержащей оборотной воде.

Теоретическая и практическая значимость:

Установлен минеральный состав исходного образца сапонитсодержащей руды кимберлитовых алмазоносных трубок; гранулометрический, химический и минеральный состав пульпы поступающий на хвостохранилище; на основе полученных данных синтезирован минеральный кальцийалюмосиликатный реагент и обоснован выбор уплотнителя - белитового шлама; предложена технологическая схема осаждения сапонитовой пульпы с использованием разработанного реагента для получения очищенной от взвесей оборотной воды на обогатительной фабрике; разработана схема утилизации шлама с получением товарного продукта из сгущённого сапонитсодержащего осадка.

Новизна работы подтверждена тремя патентами, описывающими способы сгущения сапонитовой суспензии; осаждения сапонитовой пульпы с применением кальцийалюмосиликатного реагента и получения кальцийалюмосиликатного неорганического коагулянта.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 101 первоисточника и 6 приложений. Работа изложена на 127 листах машинописного текста, содержит 38 таблиц и 56 рисунков.

Основное содержание работы

Во введении представлена проблемы и перспективность научной работы, сформулированы цель и задачи исследования, основные защищаемые положения, а также научная и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе приведены общие сведения о предприятии ПАО «Севералмаз», балансовые расчеты при переработки руды с моделированием накопления осадков и роста дамбы с использованием программного обеспечения MODDE Pro, а также анализ научно-технической литературы о применении коагулянтов и флокулянтов для сгущения сапонитовой суспензии.

Во второй главе приведены характеристики объектов исследования: образцы исходной кимберлитовой алмазоносной сапонитовой руды (трубки им. Карпинского-1 и Архангельская); оборотная вода обогатительной фабрики; вода с водоприёмных колодцев; сток с классификатора, направляемый в чашу хвостохранилища; отходы обогащения в чаше хвостохранилища; дренажный (ливневый) сток, поступающий на поля поверхностной фильтрации; сгущённый продукт. Описаны методы анализа образцов и способ оценки коагулирующей способности реагентов в процессе осаждения сапонитовой пульпы в лабораторных условиях.

В третьей главе представлено описание образца сапонита, изученного с помощью современных инструментальных методов анализа, морфологии руд двух трубок, а также химический состав образца стока карьерной воды, сбрасываемого на поля поверхностной фильтрации.

В четвертой главе приведены результаты исследования состава исходного сырья, влияния дозы химических реагентов на процесс эффективного осаждения глинистых примесей из водных суспензий; с применением формулы Стокса рассчитана скорость осаждения частиц, установлен химический состав полученного осадка. Полученные данные служат обоснованием технологии комплексной переработки отходов обогащения алмазных руд.

В пятой главе показана возможность физического отстаивания сапонитовой взвеси в чаше хвостохранилища с учетом климатических условий региона добычи, приведен расчёт водного баланса с учётом разбавления суспензии до оптимальных условий осаждения, представлена последовательность и условия осветления глинистого шлама, включающая применение кальцийалюмосиликатного реагента и белитового шлама, разбавление суспензии карьерной водой. Выполнена экономическая оценка реализации сгущённого осадка в качестве удобрения.

Заключение содержит обобщенные выводы диссертационного исследования.

Заключение

1. Установлено влияние вещественного и дисперсного состава руд и образующихся суспензий на технологический процесс обогащения алмазов.
2. Синтезирован кальцийалюмосиликатный реагент, благодаря слоистой текстуре алюмосиликатных фаз катионный обмен осуществляется в их межплоскостном пространстве. При гидролизе кальцийалюмосиликатного коагулянта в осадок выделяется $\text{Ca}(\text{OH})_2$, обеспечивающий щелочную среду суспензии, необходимую для разрушения двойного гидратного слоя, препятствующего осаждению частиц сапонита.
3. Установлено, что применение белитового шлама в технологии осаждения повышает плотность осадка и увеличивает выход осветлённой воды на 20%, что позволит снизить площадь хвостохранилища.
4. Получена зависимость содержания твёрдой фазы в оборотной суспензии от коагулянта, установлено предельное содержание твёрдой фазы (40 г/л) для эффективного ионного обмена.
5. Установлено влияние температурного режима в регионе добычи алмазной руды на процесс осаждения сапонитовой взвеси в чаше хвостохранилища, что необходимо учитывать в технологическом регламенте при проектировании технологической линии осветления оборотной воды.
6. Показана экономическая целесообразность использования сгущённого осадка с применением реагентов в качестве Ca-Mg удобрений.

По содержанию диссертации и автореферата имеются следующие вопросы и замечания.

Научная новизна требует более четкой формулировки, в противном случае она вызывает сомнение в п.1.-3, поскольку в них декларируется:

п. 1 «Разработаны научные основы методического определения минерального состава сапонитовой руды кимберлитовых алмазоносных трубок (Архангельская и им. Карпинского-1)...», - в чем именно они заключаются, если применяются известные методы;

п.2 «Определен минеральный состав сапонитовой руды кимберлитовых алмазоносных трубок..., позволивший рассчитать количественное содержание минералов в руде, влияющих на процесс размола», - состав руды установлен впервые и ранее не был известен; будет ли постоянным состав руды этого месторождения?

п.3 «На основании выполненных исследований определены причины препятствующие эффективному разделению суспензии сапонит-вода», - но не указывается каковы они.

Научная новизна п.4-6 требует пояснения:

п.4. «На основании изученного минерального состава на всём протяжении технологического цикла установлены оптимальные физико-химические показатели синтеза кальцийалюмосиликатного реагента осадителя...», - какие?

п.5 «Определены условия получения кальцийалюмосиликатного коагулянта из кальцийсодержащего материала ...», - какие? (указаны только температура и продолжительность термообработки).

п.6 «С учётом климатических особенностей (температурного режима) Архангельского региона разработана технологическая схема сгущения сапонитсодержащего шлама», - рассматривалось ли при этом влияние процесса кристаллизации воды на осаждение взвесей?

В работе нет обоснования выбора осадителя на основе его химической природы и справочных данных (рН, ПР).

Из рис. 4.1 стр. 62 диссертации (и рис. 1 стр. 15 автореферата) следует, что чем крупнее частица, тем медленнее она осаждается?! – это противоречит физическим законам и данным, приведенным в диссертации на той же стр. в первом абзаце: «скорость осаждения частиц с минимальным размером 0,445 мкм соответствует $1,66 \cdot 10^{-9}$ м/с».

На рис. 4.7 стр. 70 диссертации и рис.3 стр.13 автореферата приведена фотофиксация результатов исследования коагуляционных свойств кальцийалюмосиликатного реагента в заданные моменты времени в сравнении с дистиллированной водой и осветленной технологической

суспензией после применения кальцийалюмосиликатного реагента. Здесь было бы уместно привести фото отстаивания суспензии без алюмосиликата кальция в указанные промежутки времени.

Вывод автора о перспективности использования сгущённого осадка с применением щелочных реагентов в качестве минерального удобрения необоснован (подраздел 4.12 стр. 98 диссертации и стр. 16 автореферата), т.к. в осадке отсутствуют основные питательные элементы, необходимые для растений: N, P, и K содержание последнего слишком мало (1,25%), а использование этого отхода для нейтрализации кислых почв перспективна.

В автореферате и диссертации встречаются несогласованные предложения, например, стр. 32 автореферата: «разработка технологии комплексной переработки сапонитового шлама, исходя из минерального и химического состава отхода и взвесей, которые находятся в свободном неосаждённом состоянии в природной воде, участвующей в процессе обогащения, является актуальной за счёт ввода новых (стиль, несогласование) технологических добавок, которые в своём составе исходного соединения (стиль, несогласование) имеют одновременно и неорганический минеральный осадитель, и уплотнитель», имеются опечатки «коагулирование воды 4² стилистические ошибки 5⁵, некорректное использование терминов «оборотная вода со взвесями» 21₂ - это суспензия! и другие.

Содержание диссертационного исследования достаточно полно представлено в 17 публикациях, в числе которых 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ и 4 статьи в журналах, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus.

Авторские разработки защищены тремя патентами и одним свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Содержание автореферата и диссертация находятся в полном соответствии и создают целостное представление о проведенных исследованиях, материал структурирован, изложен в научном стиле и аккуратно оформлен.

Работа соответствует паспорту научной специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ (п. 2 «Технологические процессы (химические, физические и механические) изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материала в производстве неорганических продуктов»).

Несмотря на отмеченные замечания по работе, диссертация «Комплексная переработка сапонитовых руд с добавкой щелочного алюмосиликатного сырья», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ, соответствует требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении учёных степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утверждённого приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а её автор – Зубкова Ольга Сергеевна – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01– Технология неорганических веществ.

Отзыв подготовлен:

доцентом кафедры «Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов»

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический

университет имени Д.И. Менделеева»,

кандидат технических наук, доцент

Почиталкина

Ирина Александровна

Диссертация защищена по специальности

05.17.01 – Технология неорганических веществ

«5» ноября 2020 г

125047, г. Москва, Миусская пл.

тел: 89169480477 e-mail: pochitalkina@phfu.ru

Подпись Почиталкиной И.

