

О Т З Ы В

официального оппонента *д.т.н., доцента Фроловой Марии Аркадьевны* на диссертацию *Торончиной Марии Андреевны* на тему: «Комплексная переработка сапонитового шлама с получением органоминеральных продуктов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **2.6.7. Технология неорганических веществ.**

1. Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационного исследования обусловлена необходимостью решения масштабных экологических и технологических задач, стоящих перед горнодобывающей отраслью Российской Федерации. В процессе обогащения алмазонасных руд на месторождении им. М.В. Ломоносова (Архангельская область, АО «Севералмаз») ежегодно образуются миллионы тонн многотоннажных сапонитсодержащих отходов. Находясь в обводненном состоянии в форме дисперсий и накапливаясь в хвостохранилищах, эти отходы создают серьезную техногенную нагрузку на окружающую среду Архангельской области, а их «удержание» (складирование в хвостохранилищах) требует ежегодно растущих капитальных затрат на обслуживание и расширение гидротехнических сооружений.

В то же время, сапонит является ценным минеральным сырьевым ресурсом с потенциально высокой способностью к изоморфному замещению одних катионов кристаллической решетки на другие, что открывает перспективы его использования в качестве сырья для разработки широкой номенклатуры товарных продуктов в различных областях промышленности (строительство, сельское хозяйство, медицина, косметология и др.). Развитие технологий глубокой переработки таких шламов с получением востребованных органоминеральных продуктов (в частности, высокоэффективных структурообразователей и гидрофобных сорбентов) позволяет одновременно снизить экологический ущерб и вовлечь отходы в повторный хозяйственный оборот. Разработка научно обоснованных подходов к направленному изменению коллоидно-химических (в том числе лиофильных) свойств сапонитовых частиц отвечает приоритетам научно-технологического развития РФ в области рационального природопользования и импортозамещения химических реагентов, применяемых для процессов бурения и бурового сервиса.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-466 от 27.08.20
Л У У С

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационного исследования заключается в установлении закономерностей направленного изменения коллоидно-химических свойств сапонит-кварцевых систем под воздействием органических модификаторов различного класса.

Установлено, что модификация сапонита четвертичными аммониевыми солями ограничивается только контактным (поверхностным) взаимодействием реагирующих компонентов, при этом, несмотря на лабильное межпакетное (межслоевое) расстояние сапонита, не происходит процесс интеркаляции кристаллической структуры глинистого минерала за счет ионного обмена. При этом, такая обработка сапонитовой глины в продолжении 45-60 мин и соотношении твердой и жидкой фаз равном единицы обеспечивается приобретение твердой фазой олеофильных свойств.

Получен органоминеральный порошок с содержанием сапонита более 90% и установлена кристаллохимическая формула сапонитовой глины Ломоносовского месторождения, которая характеризуется высоким содержанием ионов трехвалентного железа.

Показано, что водно-сапонитовая суспензия в присутствии полианионной целлюлозы (1-4 г/л) соответствует модели течения Гершеля-Балкли; суспензия на углеводородной основе с твердой фазой, представленной органофильной сапонитовой глиной, соответствует модели течения Бингама.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации М. А. Торопчиной, является высокой. Работа опирается на фундаментальные законы коллоидной химии, физико-химической механики дисперсных систем и теории адсорбции. Автором, на основании анализа значительного количества представленных литературных источников доказана целесообразность применения сапонитового глинопорошка в буровых процессах. Экспериментальные данные получены с применением комплекса независимых взаимодополняющих методов: рентгенофазового анализа (РФА), ИК-спектроскопии, электронной микроскопии, седиментационного анализа и современной реометрии. Обоснованность выводов базируется на репрезентативной выборке проб

сапонитсодержащего шлама Ломоносовского ГОКа, необходимом количестве параллельных испытаний и применении методов математической статистики для обработки полученных результатов.

3. Научные результаты, их ценность

К ключевым научным результатам, полученным в данной работе, по мнению оппонента, можно отнести следующие:

- установлен механизм конкурентной сорбции аминокислотной кислоты и четвертичных аммониевых солей на полиминеральной матрице сапонитового шлама, учитывающий пространственное распределение активных центров и катионообменную емкость смектитовой фазы в присутствии балластных минералов (кварца);
- выявлены термодинамические закономерности гидрофобизации поверхности сапонита, подтвержденные изменением свободной поверхностной энергии и углов смачивания модифицированных глинопорошков в зависимости от строения углеводородного радикала и природы функциональных групп реагента;
- доказано синергетическое влияние комбинированного модифицирования на электрокинетический потенциал и устойчивость водно-сапонитовых суспензий, что позволило научно обосновать критические концентрации флокуляции и структурообразования в гетерогенных системах;

Кроме того, необходимо отметить, что результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 10 печатных работах, в том числе в 3 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 (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus); получено 3 патента.

4. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Представленные в диссертации результаты обладают высокой теоретической и практической значимостью для химической технологии и экологизации горно-обогатительного производства. А именно, с теоретической точки зрения:

- теоретически обоснована концепция селективного коллоидно-химического модифицирования полиминерального сапонитсодержащего сырья с низким (менее 15%)

содержанием целевого минерала;

- установлены новые зависимости реологического поведения сапонитовых суспензий при совместном присутствии ЧАС и полиакриламида, что расширяет теоретическую базу физико-химической механики гетерогенных систем.

С практической точки зрения, по мнению оппонента, значимость результатов диссертационной работы состоит в следующем:

- разработана технологическая схема комплексной переработки сапонитового шлама с получением в качестве товарного продукта сапонитового глинопорошка, позволяющая снизить техногенную нагрузку на хвостохранилища и вовлечь многотоннажные отходы в промышленный оборот;

- полученные результаты использованы в инновационной деятельности АО «НПО «Полицелл» и подтверждены патентами РФ, что доказывает их коммерческую и инженерную готовность к масштабированию.

5. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования М. А. Торопчиной целесообразно использовать в условиях горно-обогатительного производства для получения минерального порошка с высокой концентрацией сапонита и его последующей направленной модификации (при наличии масштабной сапонитизации слагающих кимберлитовую трубку пород); нефтегазодобывающим и буровым компаниям - использовать разработанные рецептуры буровых растворов на основе модифицированного сапонита в качестве эффективных структурообразователей при бурении скважин в сложных геолого-технических условиях, а также в учебном процессе.

Замечания и вопросы по работе

Несмотря на высокий уровень работы, в ходе ознакомления возник ряд вопросов и замечаний, требующих пояснений:

1. В качестве модификаторов автором выбраны аминокислота и два типа четвертичных аммониевых солей. Из текста диссертации не вполне ясно, какие физико-химические критерии (помимо поверхностной активности) легли в основу выбора именно этих соединений. Представляется, что для технологической работы обоснование выбора реагентов следовало дополнить сравнительным технико-экономическим анализом их доступности и стоимости в сравнении с широко применяемыми аналогами.

2. При изучении влияния высокомолекулярного полиакриламида (ПАА) на водно-сапонитовые суспензии (стр. 62–63) автор отмечает невозможность построения реологических моделей из-за мгновенного расслоения и флокуляции системы. Данный факт снижает прогностическую ценность предложенных математических моделей для реальных условий. Представляется, что автору следовало расширить область экспериментов в сторону ультранизких концентраций ПАА либо применить стабилизаторы кинетической устойчивости.

3. При сопоставлении разработанных способов модификации («сухого» и метода «пасты») сделан обоснованный вывод о высокой эффективности гидрофобизации при использовании пастообразного метода. Однако в работе отсутствует комплексная технологическая оценка энергозатрат на стадии последующей фильтрации и глубокой сушки органофильной сапонитовой глины, что является критически важным при масштабировании процесса.

4. Разработанные буровые растворы на основе сапонита, модифицированного ЧАС, позиционируются как элемент экологической утилизации отходов ГОКа. При этом на стр. 117 приведены данные о том, что модифицированная глина относится к 1-й категории опасности по острой и хронической токсичности для водной среды. Данное противоречие требует пояснений соискателя относительно рисков вторичного экологического загрязнения при практическом использовании таких растворов.

5. Исходный шлам Ломоносовского ГОКа имеет сложный полиминеральный состав по данным РФА, приведенным на странице 53, и содержит менее 15% целевого сапонита при значительном преобладании кварца (более 35%). В тексте диссертации недостаточно четко разграничено влияние балластных фаз (кварца, полевых шпатов) на измеряемую величину емкости катионного обмена и стехиометрию расхода модифицирующих агентов.

6. Заключение по диссертации

Диссертация «Комплексная переработка сапонитового шлама с получением органоминеральных продуктов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. – Технология неорганических веществ 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 Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Торопчина Мария Андреевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ».

Официальный оппонент

Заведующий кафедрой строительных материалов, инженерных конструкций и архитектуры

д.т.н., доцент



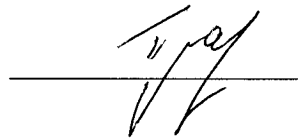
Фролова Мария Аркадьевна

18.08.2026

Подпись Фроловой М.А. заверяю:



Первый проректор
по стратегическому развитию и науке



П.А. Марьяндышев

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Почтовый адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17

Официальный сайт в сети Интернет: <https://narfu.ru/>

эл. почта: m.aizenstadt@narfu.ru телефон: +7 (8182) 21-61-00 (доб. 17-48)