

О Т З Ы В

официального оппонента д.т.н., профессора Почиталкиной Ирины Александровны 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

Алюмосиликаты, к которым относятся минералы монтмориллонитовой группы (сапонит, бентонит и т.д.), занимают 4 место по распространению в природе, поэтому они являются сопутствующим компонентом полезных ископаемых, многократно превышающим долю последних.

Это создает проблемы процессов обогащения минерального сырья и актуализирует поиск областей применения алюмосиликатного шлама, который в сочетании с химическими реагентами, повышающими эффективность его отделения, представляет собой многотоннажный техногенный отход.

Буровые растворы на органической и неорганической основе содержат в своем составе бентонитовую глину. Рассматривая потенциальную возможность ее замены на сапонитовую глину, - составляющую шлама обогащения кимберлитовой руды и его утилизации автором диссертации используются текстурно-структурные особенности монтмориллонитов, в частности, возможность интеркалировать реагенты в межслоевом пространстве, благодаря чему принципиально изменяются характеристики исходного сырья. Автором исследуются и сопоставляются физико-химические и физико-механические свойства суспензий и эмульсий, соответственно, на водной и органической основе, рассматривается влияние модификаторов на олеофильные свойства сапонитовой глины, и обосновываются рациональные технологические параметры утилизации для снижения техногенной нагрузки на экосистему в районе Ломоносовского ГОК.

2. Научная новизна диссертации

1. С использованием расчетной методики Кривовичева получена кристаллохимическая формула содержащей железо (III) сапонитовой глины Ломоносовского месторождения, $\{4\text{H}_2\text{O}[(\text{Na}, \text{Mg}, \text{K})_{0,94}\text{Ca}_{0,17}]_{1,11}\}(\text{Mg}_{1,82}\text{Fe}_3+0,35\text{Al}_{0,42})_3[\text{Al}_{0,58}\text{Si}_{3,42}]_4(\text{O}_{9,55}\text{OH}_{2,45})_{12}$, на основе которой получен глинопорошок с содержанием более 90% сапонита.

2. В процессе модифицирования глинопорошка обнаружено, что в результате ионного обмена происходит поверхностное взаимодействие его частиц с катионами четвертичных

аммониевых солей, но при этом отсутствует процесс интеркаляции реагентов в его межслоевое пространство.

3. Экспериментально определены технологические параметры процесса модифицирования поверхности частиц сапонитового глинопорошка четвертичными аммониевыми солями: 45–60 минут, массовое отношение модификатор:глина=2:5 и отношении жидкой и твердой фаз (Ж:Т=1:1), обеспечивающие олеофильные свойства.

4. Доказано, 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.

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

Верификация результатов экспериментальных исследований, представленных в диссертационной работе, обоснована применением стандартизированных и современных физико-химических методов исследований с использованием поверенных приборов, а также воспроизводимостью и сходимостью данных.

4. Научные результаты, их ценность

1. Обобщенная кристаллохимическая формула сапонитовой глины дополнена новыми сведениями о особенностях поверхности частиц и химического состава Ломоносовского месторождения.

2. Показана возможность регулирования реологических характеристик водных суспензий сапонита с содержанием взвешенных веществ 85 г/л введением полианионной целлюлозы в концентрации 1-4 г/л, обеспечивая необходимую скорость фильтрования.

3. Доказан эффект модифицирования сапонитовой глины с помощью модификатора (диалкилдиметиламмония хлорид (ЧАС 2)), выбраны рациональные параметры: соотношение модификатор-глина=2:5 и время контакта 45-60 мин, обеспечивающие необходимые органофильные свойства. Использование четвертичных аммониевых солей в качестве модификатора сапонита приводит к изменению распределения кислотно-основных центров по поверхности сапонитовых частиц после модификации четвертичными аммониевыми солями, что свидетельствует о блокировке кислотных центров Льюиса катионами реагентов-модификаторов и обеспечивает олеофильные свойства глины, введение которой в углеводородную основу приводит к повышению ее вязкости в 1,5–2,5 раза и седиментационной устойчивости, позволяющей структурировать буровые растворы на углеводородной основе.

Результаты диссертационного исследования в достаточной мере представлены в 13 печатных трудах, в числе которых 3 статьи - в рецензируемых изданиях, рекомендуемых

Перечнем ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 3 статьи - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus), 4 – в материалах конференций (РИНЦ); 3 патента.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Разработан способ снижения региональной техногенной нагрузки за счет получения вторичного сырья посредством утилизации многотоннажного отхода обогащения кимберлитовой руды АО «Севералмаз» - сапонитового шлама, обеспечивающий возможность организации производства сапонитового глинопорошка и органофильной сапонитовой глины.

Способ реагентной обработки сапонитовой глины (Патент № 2837427 «Способ получения органофильной сапонитовой глины») позволяет модифицировать азотсодержащими органическими соединениями и гидрофобизировать поверхность частиц, направленно изменяя их свойства для применения в качестве компонентов бурового раствора. Сопоставимые значения вязкости суспензий органофильной сапонитовой глины в масле «Титан 5IND» и органофильной глины «NeoInvertBent S» в масле «Титан 5IND» и реологический профиль суспензий, отвечающий модели течения Бингама, свидетельствуют о наличии необходимых эксплуатационных характеристиках и перспективности их использования в качестве буровых растворов. Акт внедрения результатов диссертационного исследования компанией АО «НПО «ПОЛИЦЕЛЛ» от 24.12.2024 г. подтверждает заявленную эффективность органофильной сапонитовой глины в качестве реагента для повышения вязкости буровых растворов на углеводородной основе.

В соответствии с патентами № 2802778 «Способ получения глинопорошка и песка из сапонитового шлама», № 2818698 «Способ получения магнийаммонийного фосфата из сапонитового шлама» обеспечивается возможность утилизации сапонитового шлама с получением дополнительной прибыли от реализации товарной продукции.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

1. Предложена технология утилизации техногенного отхода - шлама обогащения алмазоносной руды, позволяющая снизить региональную экологическую нагрузку и наряду с этим получить товарные продукты - сапонитовый глинопорошок и органофильную сапонитовую глину, востребованные в смежных отраслях промышленности.

5. По результатам экономического расчета затрат на аппаратное оформление предложенной автором технологической схемы органофильная сапонитовая глина обладает коммерческим преимуществом. Задача будущего периода исследований представляется в расширении области применения вторичного сырья в производстве сухих строительных смесей, лакокрасочных материалов и сорбентов.

Результаты определения физико-химических и физико-механических характеристик исследуемых образцов могут быть использованы в расчетно-практических и лабораторных работах ВУЗов соответствующего профиля, а так же лабораториях ГОК.

7. Замечания и вопросы по работе

Несмотря на достаточно высокий уровень работы, в ходе с ознакомлением с содержанием диссертации и автореферата возник ряд вопросов и замечаний, требующих пояснений:

1. Чем обусловлен выбор предложенных автором реагентов: аминокислоты, цетилпиридиния бромид (ПАВ) и диалкилдиметиламмония хлорида (ПАВ) для придания олеофильных свойств сапониловому глинопокрошку?

2. Автором не приводится дисперсность глинопокрошка, условия выдержки органоминеральной суспензии; не конкретизируется какой радикал использовался в ЧАС 2, хотя из рисунка автореферата (8г стр. 15) следует, что в молекуле диалкилдиметиламмония хлорида использовался гексадецильный радикал ($—C_{16}H_{33}$), а в диссертации указывается ($-C_{16}$ ($-C_{18}$)), в табл. 4.1 на стр. 62, а ($—C_{16}H_{33}$) на рис. 4.9 стр. 75, соответственно. Поскольку длина углеводородного радикала влияет на олеофильные свойства поверхности, следует указать, является ли число атомов углерода (C_{16}) оптимальным?

3. Вызывает вопросы разнонаправленный характер физико-механических характеристик водно-сапониловых суспензий в присутствии ПАЦ, приведенный в табл. 1 автореферата (стр 11) и табл. 3.7 диссертации (стр. 59), которое автор констатирует, но никак не объясняет (например, при увеличении $C_{ПАЦ}$ от 2 г/л до 3 г/л CHC_{10} снижается с 48 до 28 дПа. А ДНС увеличивается с 24 до 52,8 дПа).

4. Проводилось ли исследование электростабильности органоминеральных растворов, свидетельствующих о устойчивости образующихся эмульсий и термостабильности углеводородной суспензии?

5. Автору рекомендуется определить термостабильность ЧАС 2 и содержание хлорорганических соединений (ХОС) в полученных растворах, имеющих важное значение для обеспечения экологической безопасности, поскольку имеются жесткие требования ($C_{ХОС}=2ppm$) и отсутствию ЧАС, способных разлагаться до ХОС в реагентах, применяемых при добыче нефти.

6. Оценивая перспективы утилизации отработанных буровых растворов, содержащих ПАВ, принималась ли во внимание токсичность аминов и хлорид-ионов в составе последнего?

7. Имеются ли достаточные производственные мощности в Российской Федерации для выпуска предложенных автором модифицирующих олеофильных реагентов для их промышленного внедрения при проведении буровых работ?

8. 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 Технология неорганических веществ.

Официальный оппонент

Профессор кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов
РХТУ им. Д.И. Менделеева
д.т.н., профессор

28.08.2026

Почиталкина Ирина Александровна

Подпись Почиталкиной И.
Ученый секретарь



Макаров Николай Александрович

Сведения об официальном оппоненте

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»
Почтовый адрес: 125047, Москва, Миусская площадь, д. 9
Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.muctr.ru/>
эл. почта: pochitalkina.i.a@muctr.ru телефон: +7 (495) 495-50-62