

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу **Федорова Максима Вячеславовича**  
**«Закономерности формирования сил адгезии глин, модифицированных  
высоким давлением»**, представленной на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук по специальности  
1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Диссертация и автореферат представлены оппоненту в установленные «Порядком присуждения ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» сроки.

### **Актуальность темы диссертации**

Глины являются одним из наиболее распространенных типов горных пород, слагающих до 11% всего объема земной коры, поэтому изучение свойств данных природных образований является важнейшей задачей инженерной геологии. Высокая активность глинистых минералов предопределяет использование глин в различных промышленных процессах, при этом основное направление воздействия на свойства глинистого материала ставит цель их изменения в определенную сторону. В отечественной и зарубежной практике широкое применение получили методы и способы модифицирования глин: механические (дробление, воздействие давлений), физические (воздействие температурой, ультразвуковыми и ультрафиолетовыми волнами), химические (воздействие химическими реагентами), биологические и комплексной активации. В результате их использования происходит повышение энергетических и сорбционных характеристик глин, что позволит, в частности, применять подготовленный глинистый материал для удаления загрязнителей из водных растворов промышленных стоков и газообразных выбросов. Данные обстоятельства определяют **актуальность** выполненных диссертантом исследований.

Список литературы, приведенный в тексте диссертации, дает наглядное представление о междисциплинарности этой научной работы, и о том, какое количество отечественных и зарубежных специалистов, научных коллективов вовлечены в решение аспектов указанных задач. Тема данной диссертации, ее цель, задачи и методические подходы к их решению глубоко продуманы, а актуальность проблематики исследования достаточно высока.

### **Анализ содержания диссертационной работы**

Представленная на рассмотрение диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 93 наименования, и пяти приложений; изложена на 112 страницах машинописного текста, содержит 23 рисунка и 13 таблиц.

В первой главе диссертации приведен обзор литературных источников, содержащий общие сведения о глинистых грунтах, с подробным описанием строения и свойств глин каолинового и монтмориллонитового составов. Рас-

смотрены методы активации глинистых грунтов и методы определения силы адгезии в глинах.

Во второй главе диссертации приведена методика оценки силы адгезии атомно-силовым микроскопом и представлены результаты исследований сил адгезии глин различного минерального состава, модифицированных давлением.

В третьей главе диссертации исследовано изменение площади удельной поверхности, шероховатости и фазового контраста образцов, толщины пленки адсорбированной жидкости в зависимости от величины активирующего давления. Произведена оценка энергетического потенциала глинистых минералов посредством оценки фазового контраста их поверхности.

В четвертой главе диссертации изучено частное и совместное влияние структурных особенностей глин и толщины пленки адсорбированной жидкости на формирование силы адгезии глин каолинового и монтмориллонитового составов. Предложена схема формирования силы адгезии в модифицированных давлением глинах.

Диссертацию можно квалифицировать как отлично структурированную, с грамотным подходом к становлению и анализу проблематики и методике принятия решений. Диссертация написана четким и понятным языком, хорошо иллюстрирована, грамотно оформлена.

#### **Достоверность научных результатов и обоснованность работы**

Цель работы, идея и задачи исследований обоснованы и закономерны и позволяют автору провести исследования и достичь желаемого результата.

К основным научным задачам, решаемым соискателем Федоровым М.В., относятся:

- изучение закономерностей изменения сил адгезии глин, модифицированных давлением;
- выявление факторов, формирующие силы адгезии глинистых грунтов и закономерности их изменения, при обработке глин давлениями;
- изучение обособленное и совместное влияние структурных и морфологических особенностей глин на формирование силы адгезии.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечены анализом научно-технической информации по модификации глинистых грунтов химическими, физическими и комплексными методами активации. Установлено, что среди методов механической активации наибольшее применение нашли дробление и измельчение природных глин, а также воздействия на глины высоких давлений.

Основные положения диссертации прошли широкую апробацию через выступления на научных конференциях, семинарах и симпозиумах.

Текст автореферата отражает основные результаты и выводы диссертационного исследования, построен на доказательствах защищаемых положений.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 13 научных трудах: в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в изданиях, индексируемых в Scopus/ Web of Science, 7 тезисов докладов на российских и международных конференциях.

### **Научная новизна диссертационной работы**

На защиту вынесены три научных положения, основными из которых, по моему мнению, являются установленные закономерности изменения модифицированных высоким давлением сил адгезии глин, их удельной поверхности, пористости, морфологии поверхности и энергетического потенциала. Выполнена также оценка совместного влияния структурных особенностей (площадь удельной поверхности), морфологии (шероховатость) и энергетического потенциала (толщина пленки и фазовый контраст) на формирование сил адгезии.

В работе впервые изучено формирование адгезионных свойств глин каолинового и монтмориллонитового состава, механически модифицированных давлением со сдвигом. Исследовано и доказано влияние толщины адсорбционного слоя и шероховатости поверхности частиц на формирование адгезионных свойств глин. Предложен метод оценки энергетического потенциала поверхности минералов с помощью атомно-силового микроскопа, посредством исследования шероховатости образца и вычисления фазового контраста поверхности.

### **Практическая и теоретическая значимость результатов работы**

Основными теоретическими и практическими достижениями рассматриваемой работы являются обоснование использования механической активации глин высоким давлением в качестве самостоятельной технологии или в комплексе с другими способами модифицирования, что позволит создать материалы с определенными свойствами.

Выявленная закономерность повышения водоудерживающих свойств глин при обработке их высоким давлением может использоваться при формировании буровых и тампонажных растворов.

Кроме этого, можно дополнительно отметить такие достоинства диссертации:

- большой объем анализируемого материала;
- использование при исследованиях новейших методов и оборудования;
- статистическая обработка результатов корреляционными анализами.

### **Замечания и вопросы по работе**

После прочтения материалов диссертации и автореферата возникли следующие замечания:

1. В заключении диссертации говорится о том, что при воздействии давлений на уровне кристаллической решетки глинистых минералов проявляются дефекты в виде разрывов химических связей между атомами Al–O–Al и Si–O–Si, а также вынос атомов алюминия и кремния из октаэдри-

ческих и тетраэдрических слоев, однако подтверждения данных выводов в тексте диссертации не приводится.

2. Исследования сил адгезии проводилось в глинах, модифицированных под высокими давлениями от 25 до 800 МПа. Чем обусловлен выбранный интервал? Почему исследования не проводились при давлениях свыше 800 МПа? Где в природе глины находятся в таком напряженном состоянии?

3. Экспериментальные результаты по исследованию адгезионных сил приведены для обогащенных глин каолинового и монтмориллонитового составов Нижне-Увельского, Курганского и Лобановского месторождений. Можно ли использовать полученные результаты для глин схожего минерального состава других месторождений?

4. Приведенная в диссертационном исследовании методика расчета толщины пленки связанной воды предполагает равномерное распределение пленки связанной воды по всей площади исследуемого образца, и, как следует, одинаковую толщину пленки на всей поверхности. Корректна ли данная методика с учетом наличия энергетических центров на поверхности глинистых частиц?

#### **Соответствие диссертационной работы указанной специальности**

Диссертационная работа Федорова Максима Вячеславовича по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 1.6.7 Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение: пункту № 1 – «Состав и строение не мерзлых, талых и мерзлых пород (грунтов) как многокомпонентных систем, физико-химические явления и процессы при взаимодействии компонентов грунта. Структурные связи и их природа, процессы структурообразования в грунтах»; пункту № 2 – «Физические, физико-механические и физико-химические свойства грунтов, природа их деформируемости и прочности, корреляция между свойствами, классификационные и расчетные показатели свойств грунтов» и пункту № 3 – «Техническая мелиорация грунтов, создание геотехнических массивов пород (грунтовых толщ) с заданными прочностными, деформационными, фильтрационными, теплофизическими и другими свойствами».

#### **Заключение**

Отмеченные замечания не умаляют высокую научную и практическую значимость работы и ее актуальность. Представленные в автореферате научные положения, выводы и рекомендации теоретически и экспериментально достаточно обоснованы.

Диссертационная работа «Закономерности формирования сил адгезии глин, модифицированных высоким давлением», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук является самостоятельно выполненной, законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям и положениям Порядка присуждения ученых степеней Федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский университет», а ее

автор Федоров Максим Вячеславович заслуживает присвоения искомой степени по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Я, Кутепов Юрий Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент  
профессор по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»,  
доктор технических наук по специальности 05.05.15 – «Рудничная геология»,  
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»,  
заведующий научно-исследовательской лабораторией гидрогеологии и экологии научного центра геомеханики и проблем горного производства

— \_\_\_\_\_ Кутепов Юрий Иванович

Адрес: 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2  
Телефон: +7 (921) 937-01-88  
Адрес электронной почты: Email: Kutepov\_YuI@pers.spmi.ru



*Ю.И. Кутепов*

Заместитель начальника управления делопроизводства  
и документооборота

*Е.Р. Яновицкая*

Е.Р. Яновицкая

30 НОЯ 2022

*Юсу*