

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)**

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29.

Тел.: 8(342) 219-80-67. Факс: 8(342) 219-89-27

E-mail: rector@pstu.ru; <http://www.pstu.ru>

ОКПО 02069065 ОГРН 1025900513924 ИНН/КПП 5902291029/590201001

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Кашникова Юрия Александровича на диссертацию Астапенко Татьяны Сергеевны на тему: «Геомеханический прогноз формирования напряженно-деформированного состояния и оценка устойчивости отработанных шламохранилищ при формировании отвальной массы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

1. Актуальность темы диссертации

В условиях активного освоения территорий для складирования отходов горного производства и, в частности, повторного использования площадей отработанных шламохранилищ, возникает проблема прогноза геомеханического поведения оснований, сложенных глинисто-солевыми шламами. Возведение новых геотехнических сооружений на таких слабых, нестабилизированных основаниях является сложной инженерной задачей, так как это сочетается с геомеханическими воздействиями, которые приводят к развитию избыточного порового давления и значительным деформациям основания. Разработка эффективных моделей прогнозирования напряжённо-деформированного состояния геотехнических систем на слабых основаниях представляет собой актуальную научную задачу.

Существующие методики расчёта устойчивости, в которых слабое основание рассматривается как однородная среда, не в полной мере учитывают геомеханические процессы, возникающие при внедрении сухих отходов в глинисто-солевые шламы. Проблема формирования сооружений на слабых основаниях и их устойчивость приобретает особую актуальность в связи с наблюдаемыми деформациями на реальных объектах. В связи с этим, изучение механизма деформирования глинисто-солевых шламов,

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-71 ОТ 06.09.25
А У У С

прогноз изменения конфигурации слабых оснований и оценка устойчивости сформированной геотехнической системы остаются недостаточно изученными. Диссертационная работа Астапенко Т.С. посвящена актуальной и важной для практики задаче повышения геомеханической безопасности шламохранилищ путем совершенствования прогнозирования их напряженно-деформированного состояния и оценки устойчивости системы «слабое основание-отвальная масса».

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационной работы Астапенко Татьяны Сергеевны заключается в разработке и реализации нового подхода к моделированию геомеханических процессов, основанного на учёте механизма взаимодействия отвальной массы и глинисто-солевого шлама. В отличие от традиционных моделей, в которых шлам рассматривается как однородная среда, в данной работе реализован подход, включающий в себя рассмотрение слабого основания на стадии внедрения отвальной массы как вязко-пластической среды с переменной вязкостью. Научно значимым является применение автором связной Лагранж-Эйлеровой постановки (метод CEL) для моделирования процесса внедрения отвальной массы в слабое основание. Такой подход существенно расширяет инструментарий геомеханического моделирования и обеспечивает возможность более корректного прогноза напряженно-деформированного состояния. На основании этого автор разработал методику расчета устойчивости отвалов с учетом динамики изменения геометрии основания. Таким образом, работа Астапенко Т.С. содержит ряд новых результатов, которые совершенствуют инженерные методы расчета.

Перечисленные положения демонстрируют самостоятельность научного вклада Астапенко Т. С., поскольку все они опираются на проведенные ею экспериментальные исследования, собственные численные расчеты и оригинальные теоретические обобщения, что подтверждается апробацией результатов на научных конференциях и их внедрением в практическую деятельность.

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

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации подтверждается комплексом методологически апробированных экспериментальных и численных исследований. Лабораторные испытания позволили определить физико-механические характеристики глинисто-солевых шламов. Эти данные были использованы при параметризации моделей и послужили надежной основой для численных расчетов.

Автор последовательно применяет как классические модели (Кулона–Мора), так и более современные модели (Soft Soil), что обеспечивает многовариантность анализа и повышает достоверность выводов. Результаты численного моделирования сопоставлены с данными экспериментальных исследований и литературными сведениями, что подтверждает корректность методики. Такой комплексный подход обеспечивает надежность обоснованных выводов.

4. Научные результаты, их ценность

В диссертационной работе научные результаты, направленные на развитие методов геомеханического прогноза и оценки устойчивости геотехнических систем на слабых основаниях. К числу наиболее важных результатов относятся: установление количественных закономерностей влияния внедрения сухих пород в глинисто-солевые шламы на устойчивость системы «основание – отвальная масса»; обоснование модели глинисто-солевых шламов как вязко-пластической и упругопластической среды в зависимости от стадии нагружения; разработка методики расчета устойчивости с учетом изменения конфигурации слабого основания. Ценность работы заключается также в том, что автору удалось объединить экспериментальные исследования, численные методы и прикладные расчёты, обеспечив тем самым полноту и комплексность анализа.

Результаты диссертационного исследования в достаточной 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 (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы Астапенко Т.С. заключается в развитии научных представлений о механизме деформирования и потери устойчивости слабых оснований, сложенных глинисто-солевыми шламами. Автором предложены новые подходы к описанию напряженно-деформированного состояния таких систем, включая трактовку их как вязко-пластической среды в начальной стадии и упругопластической — на стадии стабилизации.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке методики оценки устойчивости отвалов, отсыпаемых на слабое основание, с учетом особенностей внедрения сухих пород и динамики изменения напряженно-деформированного состояния. Полученные результаты

рекомендованы к внедрению в проектную деятельность, что подтверждено актом внедрения.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в проектных и научно-исследовательских организациях, занимающихся обоснованием параметров устойчивости отвалов, формируемых на слабых основаниях. Разработанная методика оценки устойчивости может найти применение при проектировании новых шламохранилищ, а также при реконструкции существующих объектов.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В работе нет четкого сравнительного анализа полученных значений коэффициента запаса устойчивости для конкретных геолого-технических и геомеханических условий по традиционным методам расчёта устойчивости отвалов в условиях наличия слабого основания, которые регламентируются нормативными документами и предложенной методикой с использованием модели Soft Soil.

2. В главе 4 при расчете НДС глинисто-солевых шламов угол внутреннего трения φ и параметр, контролирующий направление развития пластических деформаций ψ (угол дилатансии) принимались равными 0, т.е. прочность сдвигу определялась только сцеплением. Нет ответа на вопрос о том, насколько это правомерно? В уплотненных глинисто-солевых шламах угол внутреннего трения должен, по моему мнению, иметь пусть небольшое, но не нулевое значение.

3. Действие длительных нагрузок на грунты может вызвать ползучесть — медленную деформацию грунта под постоянным напряжением. К сожалению, вопросы ползучести не рассмотрены в работе. В расчетах использована только упруго-пластическая модель. Однако данное замечание не снижает ценность полученных результатов и является, скорее, направлением дальнейших исследований.

4. В разделе 2.1 при статистической обработке полученных результатов приведены общие сведения (стр.43-44), касающиеся оценки точности полученных результатов, которые являются излишними и характеризуют уровень знаний, скорее, студента.

Однако в целом, представленные замечания не отражаются на весьма благоприятной оценке диссертационной работы.

Заключение по диссертации

Диссертация «Геомеханический прогноз формирования напряженно-деформированного состояния и оценка устойчивости отработанных шламохранилищ при формировании отвальной массы», представленная на

соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика 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 Астапенко Татьяна Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент

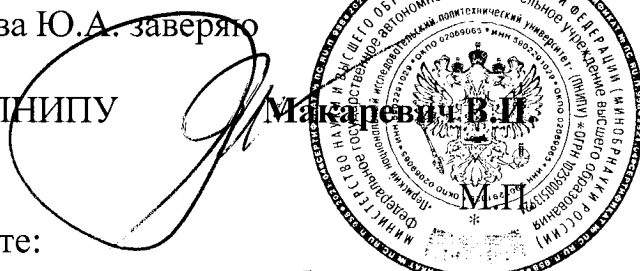
Заведующий кафедрой маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», доктор технических наук, профессор

 **Кашников Юрий Александрович**
01.09.2025г.

Подлинность оригинальной подписи официального оппонента заверяется должностным лицом организации по основному месту работы с проставлением печати организации или нотариально.

Подпись ФИО оппонента Кашникова Ю.А. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ



Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ФГАОУ ВО «ПНИПУ»), кафедра маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем

Почтовый адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

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

эл. почта: geotech@pstu.ru, телефон: +7 (342) 219-80-88