

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.201.02**  
**НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО**  
**УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**  
**ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**  
**КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 24.06.2022, протокол № 6

О присуждении Морозову Ивану Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Оценка устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения» по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» принята к защите 18.04.2022, протокол № 4, диссертационным советом 24.1.201.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 614013, г. Пермь, ул. Ленина, д.13а, утвержденным приказом Минобрнауки России № 144/нк от 15 февраля 2022 г.

**Соискатель** Морозов Иван Александрович 1988 года рождения, в 2016 г. окончил ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по специальности 130401.65 – Физические процессы горного или нефтегазового производства. В период с 2016 по 2020 год являлся аспирантом очной формы обучения кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых». Окончил аспирантуру с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». В настоящее время работает в ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» в должности старшего преподавателя кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», а также (по совместительству) инженером в лаборатории физических процессов освоения георесурсов «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН»).

Диссертация выполнена на кафедре «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» и в лаборатории физических процессов освоения георесурсов «ГИ УрО РАН».

**Научный руководитель** – старший научный сотрудник лаборатории физических процессов освоения георесурсов «ГИ УрО РАН», кандидат технических наук, доцент Паньков Иван Леонидович.



### **Официальные оппоненты:**

1. Балек Александр Евгеньевич, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геомеханики подземных сооружений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург);

2. Цой Павел Александрович, кандидат физико-математических наук, заведующий центром коллективного пользования геомеханических, геофизических и геодинамических измерений СО РАН Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск);

дали положительные отзывы на диссертацию.

### **Ведущая организация:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва) дала положительный отзыв, который был утвержден проректором по науке и инновациям, доктором технических наук, профессором Филоновым М.Р. и подписан доктором физико-математических наук, доцентом, заведующим кафедрой физических процессов горного производства и геоконтроля Винниковым А.В.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, широкой известностью публикаций и достижений в области исследований механики горных пород и устойчивости горных выработок.

**Соискателем опубликовано 9 работ**, в том числе 4 из списка изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

### **Основные публикации:**

1. Паньков И.Л. Деформирование соляных пород при объемном многоступенчатом нагружении / И.Л. Паньков, И.А. Морозов // Записки Горного института. – 2019. – Т. 239. – С. 510–519.

2. Токсаров В.Н. Исследование деформирования подземных горных выработок в условиях Гремячинского месторождения калийных солей / В.Н. Токсаров, И.А. Морозов, Н.Л. Бельтюков, А.А. Ударцев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 7. – с. 113–124.

3. Морозов И.А. Анализ деформирования соляных пород Гремячинского и Верхнекамского месторождений в лабораторных условиях / И.А. Морозов, А.А. Ударцев, И.Л. Паньков // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 10. – С. 16–28.

4. Морозов И.А. Изучение устойчивости горных выработок в соляных породах / И.А. Морозов, И.Л. Паньков, В.Н. Токсаров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 9. – С. 36–47.

Публикации в журналах ВАК в полной мере отражают основные научные результаты работы. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах



в тексте диссертации отсутствуют.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:** от оппонентов и ведущей организации.

1. Положительный отзыв официального оппонента Балека А.Е. В отзыве отмечается актуальность темы диссертации; обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций; указывается значимость полученных результатов для науки и практики. Оппонент приводит в своем отзыве следующие вопросы и замечания по диссертации и автореферату:

- Нельзя согласиться с тем, что автор ограничивает результаты работы исключительно выработками Гремячинского месторождения (как это отражено в ее названии, в обосновании актуальности и в заключении). В диссертации на примере Гремячинского месторождения решена задача обеспечения устойчивости любых (вне зависимости от месторождения) подземных выработок, пройденных в соляных породах на больших глубинах в условиях, когда вблизи почвы залегают породы слабые и низко модульные, склонные к пластическому деформированию, а вблизи кровли – упругие породы с более высокими прочностными и деформационными характеристиками.

- Первое защищаемое положение сформулировано неудачно. Сами по себе результаты механических испытаний соляных пород, пусть даже самые представительные, многочисленные и впервые проведенные для данного месторождения, научным результатом не являются. На защиту должны выноситься новые зависимости и закономерности, которые по итогам этих испытаний получены. В частности те, которые отражают влияние формы образцов на механические свойства соляных пород.

- Выделять разработку рекомендаций по определению прочностных и деформационных характеристик соляных пород методом объемного многоступенчатого нагружения в отдельную задачу нецелесообразно. В главе 2 следовало бы уделить этому вопросу меньше внимания.

- Следует пояснить, исходя из каких соображений выбирались участки заложения реперных станций. Также в диссертации отсутствует обоснование глубины заложения реперов.

- Для лучшего восприятия работы главы диссертации желательно более четко увязать с защищаемыми положениями.

2. Положительный отзыв официального оппонента Цоя П.А. В отзыве отмечены актуальность диссертации, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, подчеркнута научная новизна и практическая значимость, обсуждено содержание диссертации, ее завершенность, соответствие содержания автореферата основным научным положениям, публикационная результативность диссертанта. Оппонент отмечает следующие вопросы и замечания:

- В Главе 1 приведены результаты исследований влияния коэффициента трения между торцами образцов и плитами пресса на прочностные характеристики соляных пород при сжатии. Эксперименты в Главе 2 проведены в одних и тех же условиях.



Целесообразно было бы учесть представленные в Главе 1 результаты при проведении экспериментов в Главе 2.

- В Главе 2 рассмотрены коэффициенты формы экспоненциального и гиперболического типа. Не понятно, из каких соображений рассмотрены именно такие коэффициенты формы.

- Чем обусловлен выбор высоты образцов, испытанных для определения коэффициента формы в Главе 2?

- Также в недостаточной степени раскрыта тема, как именно полученные коэффициенты формы могут быть использованы при определении параметров системы разработки.

- Существует большое количество программных комплексов, предназначенных для решения прикладных задач геомеханики. Чем обусловлен выбор в пользу программного комплекса ANSYS?

- Принятая в Главе 4 модель слоистого массива пород Гремячинского месторождения не учитывает особенности деформирования поверхностей ослабления (контактов пород).

3. Положительный отзыв ведущей организации. В отзыве отмечается актуальность темы диссертации, научная новизна исследований и полученных результатов, анализируется структура и содержание диссертации, ее завершенность, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. В отзыве указывается, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований дано решение актуальной научно-практической задачи по разработке способов оценки и прогноза устойчивости горных выработок в условиях Гремячинского месторождения, а полученные результаты были использованы при разработке Временного положения по креплению и поддержанию горных выработок на руднике Гремячинского ГОКа.

Ведущая организация отмечает следующие замечания и вопросы:

- В главе 1 указывается на то, что существенное влияние на устойчивость горных выработок оказывают поверхности ослабления – контакты слоев (пластов). При этом в работе не представлены результаты исследования механических свойств контактов слоев пород, а принятая в главе 4 модель не учитывает особенности их деформирования.

- В главе 2 уделяется излишне большое внимание обоснованию методики проведения многоступенчатых испытаний образцов соляных пород.

- На рис. 2.4 приведена схема к определению достаточно большого количества механических характеристик по диаграмме «продольное напряжение-относительная продольная деформация». При этом не все из указанных характеристик определялись для пород Гремячинского месторождения.

- Не понятно, чем обусловлен выбор экспериментальных участков в главе 3.

- Диссертационная работа достаточно четко структурирована, поэтому следовало бы поместить материал, посвященный исследованию деформирования



соляных пород в условиях длительного нагружения, во вторую главу, а не в четвертую.

**На автореферат поступило 9 отзывов:**

1. Положительный отзыв от Дешковского В.Н., к.т.н, заведующего научно-исследовательской лабораторией геомеханики ООО «ЕвроХим-Проект», г. Санкт-Петербург (1 замечание);
2. Положительный отзыв от Простова С.М., д.т.н., проф., профессора кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово (1 замечание);
3. Положительный отзыв от Дрозденко Ю.В., к.т.н., доц., заведующего кафедрой строительства подземных сооружений и шахт, Будникова П.М., к.т.н., доцента кафедры строительства подземных сооружений и шахт Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово (2 замечания);
4. Положительный отзыв от Рыбина В.В., д.т.н., доц., заведующего сектором геомониторинга и устойчивости бортов карьеров, в.н.с., Кузнецова Н.Н, к.т.н., руководителя лаборатории Инструментальных исследований состояния горных пород Арктической зоны РФ, с.н.с. Горного института – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты (1 замечание);
5. Положительный отзыв от Зотеева О.В., д.т.н., проф., ведущего научного сотрудника ФГБУН Института горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург (1 замечание);
6. Положительный отзыв от Ильинова М.Д., к.т.н., заведующего научно-исследовательской лабораторией физико-механических свойств и разрушения горных пород Научного центра геомеханики и проблем горного производства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург (без замечаний);
7. Положительный отзыв от Чернопазова Д.С., к.т.н., заведующего лабораторией геомеханики АО «ВНИИ Галургии», г. Пермь (2 замечания);
8. Положительный отзыв от Саммаль А.С., д.т.н., проф., проф. кафедры механики материалов, Деева П.В., д.т.н., доц. кафедры механики материалов Института горного дела и строительства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула (2 замечания);
9. Положительный отзыв от Сарычева В.И., д.т.н., доц., проф. кафедры геотехнологий и строительства подземных сооружений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования



«Тульский государственный университет», г. Тула (3 замечания).

Все отзывы положительные в них отмечена актуальность работы, ее научная значимость и практическая важность. Отмечается, что автором диссертационной работы использована методология, включающая комплексный подход для решения поставленных задач и заключающаяся в использовании закономерностей деформирования горных пород в лабораторных и натуральных условиях, а также методов математического моделирования.

Имеющиеся в отзывах замечания связаны с оформлением автореферата работы, рекомендациями уточнить ряд формулировок, недостаточной подробностью описания некоторых деталей проведенных исследований в автореферате, недостаточно подробно изложенным практическим применением полученных коэффициентов формы и результатов определения механических характеристик соляных пород в автореферате, недостаточным рассмотрением отдельных факторов, влияющих на закономерности деформирования неоднородного слоистого массива. Многие замечания выражены в форме пожеланий и рекомендаций.

В отзывах на автореферат отмечено, что диссертация является законченным исследованием и представляет научный интерес, прошла достаточную апробацию, содержит новые результаты, достоверность которых обоснована, тема работы является актуальной, результаты имеют высокую научную ценность и большое прикладное значение.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– получен комплекс механических показателей пород, включающий прочностные и деформационные характеристики при одноосном сжатии, прочностные характеристики при трехосном сжатии и одноосном растяжении, параметры ползучести, а также коэффициенты формы, что позволяет решать задачи устойчивости горных выработок на глубинах более 1000 м;

– установлены характерные особенности деформирования горных выработок, пройденных в соляных породах на глубинах более 1000 м вблизи слабых карналлитовых и прочных, несклонных к деформации ползучести ангидритовых и ангидрит-доломитовых отложений, позволяющие определять рациональное расположение горных выработок;

– получены зависимости влияния слабых карналлитовых пород, залегающих вблизи почвы горных выработок, и прочных, несклонных к деформации ползучести ангидритовых и ангидрит-доломитовых пород, залегающих вблизи кровли выработок, на размеры областей нарушенных пород вокруг выработок, пройденных в соляных породах на глубинах более 1000 м, которые позволяют выполнять оценку и прогноз устойчивости горных выработок.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– изучено влияние фактора формы на касательный и секущий модули деформации, модуль спада, а также предел прочности соляных пород Гремячинского месторождения по результатам сжатия образцов в лабораторных условиях;



– установлено, что при наличии вблизи кровли выработок, пройденных в соляных породах на глубине более 1000 м, ангидритовых и ангидрит-доломитовых отложений скорости смещений почвы и боков в 3 раза и более превосходят соответствующие скорости смещений кровли;

– установлено, что анкерная крепь замкового типа на глубине более 1000 м не оказывает существенного влияния на напряженно-деформированное состояние вмещающих выработки пород и может быть использована только для предотвращения расслоения с последующим обрушением пород кровли.

**Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:**

– полученные результаты использовались при разработке Временного положения по креплению и поддержанию горных выработок на руднике Гремячинского ГОК;

– определены коэффициенты формы соляных пород Гремячинского месторождения, необходимые для расчета параметров камерной системы разработки;

– установлены характерные особенности деформирования горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения, что позволяет определять рациональное расположение выработки в промышленном пласте.

**Достоверность результатов подтверждается тем, что:**

– выполнен представительный объем лабораторных и натуральных исследований, результаты которых получены при помощи сертифицированного оборудования и приборов, включая испытания 267 образцов и инструментальные наблюдения на 8 замерных станциях, состоящих из контурных и глубинных реперов в кровле, боках и почве выработок;

– теоретические положения построены на фундаментальных физических законах, а параметрическое обеспечение и верификация математической модели выполнены на основании достоверных лабораторных и натуральных данных;

– численное моделирование напряженно-деформированного состояния вмещающих горные выработки пород выполнено в сертифицированном программном комплексе с использованием апробированного метода конечных элементов;

– установлено совпадение результатов моделирования с данными натуральных наблюдений и фундаментальными законами деформирования породного массива.

**Личный вклад соискателя состоит в** непосредственном участии в постановке задач исследования, в подготовке и проведении исследований в лабораторных и натуральных условиях, в обработке и анализе полученных результатов, в численной реализации математических моделей механики сплошной среды методом конечных элементов и проведении численных экспериментов, в обработке и анализе результатов математического моделирования, в разработке научных решений и их практической реализации, в формулировке основных научных положений и выводов.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием



