

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по науке и инновациям
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет», доктор техн. наук,
профессор



В.Н. Коротяев

марта 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Диссертация «Оценка устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения» выполнена на кафедре «Разработка месторождений полезных ископаемых» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» и 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»).

В 2016 г. Морозов Иван Александрович окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «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» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «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 период подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук соискатель Морозов Иван Александрович работал в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» в должности старшего преподавателя кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», а также в «ГИ УрО РАН» в лаборатории физических процессов освоения георесурсов в должности инженера. В указанных должностях работает и по настоящее время.

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

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Актуальность темы исследования

В настоящее время на стадии подготовки первых выемочных участков идет строительство Гремячинского рудника. Глубина залегания промышленного сильвинитового пласта в пределах месторождения изменяется от 1100 до 1300 м. Вблизи кровли промышленного пласта залегают ангидритовые, ангидрит-доломитовые породы с более высокими прочностными и деформационными характеристиками по сравнению с соляными, вблизи почвы сильвинитового пласта залегают карналлитовые породы с пониженными прочностными характеристиками.

В связи с малой изученностью особенностей деформирования породных массивов в условиях месторождения, недостаточной информацией о физико-механических свойствах пород и малым опытом разработки месторождения, тема диссертационной работы, посвященная оценке устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения, является актуальной.

2. Основные научные результаты, полученные лично соискателем, и их новизна

1. В ходе лабораторных экспериментов установлено, что метод объемного многоступенчатого нагружения отражает изменение прочностных и деформационных характеристик соляных пород в зависимости от уровня бокового давления и стадии деформирования и позволяет сократить необходимый объем породного материала по сравнению с одноступенчатыми испытаниями.

2. С целью параметрического обеспечения геомеханических расчетов и определения безопасных параметров камерной системы разработки получены оценки коэффициента формы соляных пород.

3. Инструментальными наблюдениями в горных выработках, пройденных в соляных породах, установлено, что при наличии вблизи кровли выработок ангидритовых и ангидрит-доломитовых отложений скорости смещений почвы и боков в 3 раза и более превосходят соответствующие скорости смещений кровли.

4. По результатам численного моделирования установлено, что анкерная крепь замкового типа, используемая в соляных породах Гремячинского рудника, не оказывает существенного влияния на напряженно-деформированное состояние вмещающих выработки пород и может быть использована только для предотвращения расслоения с последующим обрушением пород кровли внутрь выработки.

5. На основе численных экспериментов получены зависимости влияния карналлитовых пород, залегающих вблизи почвы горных выработок, и ангидритовых, ангидрит-доломитовых пород, залегающих вблизи кровли выработок, на размеры областей нарушенных пород вокруг выработок, пройденных в соляных породах.

3. Личный вклад автора заключается в участии в постановке задач исследования, выполнении лабораторных и натурных исследований, численной реализации математических моделей механики сплошной среды, проведении численных экспериментов, разработке научных решений и их практической реализации, формулировке основных научных положений и выводов.

4. Практическая значимость полученных результатов исследований заключается в том, что результаты оценки и прогноза устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения были использованы при разработке Временного положения по креплению и поддержанию горных выработок на руднике Гремячинского ГОК.

5. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, подтверждается строгой постановкой теоретических задач и корректностью применяемого математического аппарата, надежностью экспериментальных методик, представительным объемом лабораторных и натурных исследований, удовлетворительной сходимостью и качественным соответствием полученных результатов данным практики и основным закономерностям деформирования породного массива.

6. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 9 опубликованных работах, в том числе 4 из списка изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

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 прочих изданиях:

1. Паньков И.Л. Экспериментальное исследование зависимости показателей механических свойств от торцевых условий и отношения высоты к диаметру при сжатии образцов каменной соли / И.Л. Паньков, **И.А. Морозов** // Тезисы Международного форум-конкурса молодых ученых «Проблемы недропользования», Санкт-Петербург, 22-24 апреля 2015 г. – Санкт-Петербург : Нац. минерально-сырьевой ун-т «Горный», 2015. – Ч. II. – С. 12–13.

2. Морозов И.А. Определение прочностных характеристик соляных пород по результатам объемного многоступенчатого нагружения / **И.А. Морозов** // Стратегия и процессы освоения георесурсов [Сб. науч. тр.]. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2017. – Вып. 15. – С. 142–145.

3. Асанов В.А. Деформирование квазипластичных соляных пород при многоступенчатом объемном нагружении / В.А. Асанов, **И.А. Морозов** // Материалы X Международной конференции молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях», Киргизия, Бишкек, 18-20 апреля 2018 г. – Бишкек: Дэми, 2018. – С. 305–307.

4. Паньков И.Л. Формирование общих подходов повышения устойчивости капитальных горных выработок в условиях глубоких калийных рудников / И.Л. Паньков, **И.А. Морозов** // Материалы XI Всероссийской конференции «Проблемы

разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых», Пермь, 7-9 ноября 2018 г. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018. –С. 351–353.

5. Морозов И.А. Исследование устойчивости капитальных выработок в массивах пород с резко отличающимися прочностными и деформационными характеристиками / **И.А. Морозов**, И.Л. Паньков, В.Н. Токсаров // XXII Зимняя школа по механике сплошных сред Пермь, 22-26 марта 2021 г. [Тезисы докладов]. – Пермь: ПФИЦ УрО РАН, 2021. – С. 221.

7. Ценность научных работ заключается в получении представительных результатов механических испытаний продуктивных и вмещающих пород Гремячинского месторождения, оценок коэффициента формы соляных пород, являющихся основой параметрического обеспечения геомеханических расчетов и определения безопасных параметров камерной системы разработки.

На основе проведенных лабораторных исследований соискатель установил, что многоступенчатый метод объемного нагружения образцов отражает изменение прочностных и деформационных характеристик соляных пород в зависимости от уровня бокового давления и стадии деформирования, что позволяет использовать этот метод вместо стандартного одноступенчатого и существенно экономить необходимый для лабораторных исследований объем породного материала.

По результатам натурных исследований и численных экспериментов, проведенных автором, установлены характерные особенности деформирования пород, вмещающих горные выработки, необходимые для обоснования оптимального расположения их поперечного сечения.

В ходе численного моделирования автором диссертационной работы получены зависимости для оценки размеров нарушенных зон, образующихся в момент проходки выработок в соляных породах вблизи ангидрит-доломитовых и карналлитовых отложений, предназначенные для оценки и прогноза состояния выработок в зависимости от их положения в промышленном пласте.

8. Апробация диссертационной работы проведена на следующих научно-практических мероприятиях с докладами: на международном форуме-конкурсе молодых ученых (г. Санкт-Петербург, 2015 г.), на X Международной конференции молодых ученых и студентов (г. Бишкек, Киргизия, 2018 г.), Научной сессии ГИ УрО РАН (г. Пермь, 2016–2019 гг.), XXVIII Международном научном симпозиуме «Неделя горняка – 2020» (г. Москва, 2020 г.), XXII Зимней школе по механике сплошных сред (г. Пермь, 2021г.).

9. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»:

- п.1 «Напряженно-деформированное состояние массивов горных пород и грунтов в естественных условиях и его изменение во времени, в том числе в связи с проведением горных выработок, строительством сооружений, газовых и нефтяных скважин, эксплуатацией месторождений»;
- п. 2 «Геомеханическое обеспечение открытой и подземной добычи полезных ископаемых, разработка методов управления горным давлением, удароопасностью, сдвижением горных пород, устойчивостью бортов карьеров»;
- п.4 «Разработка теорий, способов, математических моделей и средств управления состоянием и поведением массивов горных пород и грунтов с целью обеспечения устойчивости горных выработок, подземных и наземных

- сооружений, предотвращения проявлений опасных горно-геологических явлений»;
- п.13 «Изучение напряженно-деформированного состояния и процессов разрушения горных пород методами математического моделирования и лабораторного эксперимента».

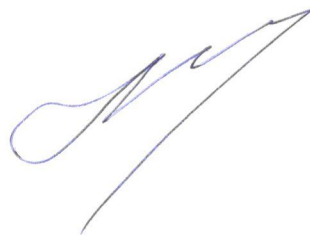
Диссертационная работа написана технически грамотно, язык диссертации научный. Автореферат в полной мере отвечает содержанию диссертации.

В диссертационной работе отсутствуют заимствованные материалы без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результаты научных работ, выполненных Морозовым И.А. в соавторстве, без ссылок на соавторов.

Диссертационная работа «Оценка устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения», выполненная Морозова Ивана Александровича, рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Заключение принято на заседании кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Присутствовало на заседании 27 человек. Результаты голосования: «за» – 27 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 11 от 11 марта 2022 г.

заведующий кафедрой
«Разработка месторождений
полезных ископаемых»
ФГАОУ ВО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет»,
профессор, доктор техн. наук



С.С. Андрейко