

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
технологический университет
«МИСиС», доктор техн. наук,
профессор



М.Р. Филонов

«31» мая 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Морозова Ивана Александровича**
«Оценка устойчивости горных выработок
в соляных породах Гремячинского месторождения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Актуальность избранной темы

Общемировой тренд в освоения месторождений твердых полезных ископаемых связан с все более усложняющимися горно-геологическими условиями. Так, например, для Гремячинского месторождения калийных солей глубина залегания промышленного пласта составляет 1100-1300 м. При такой глубине ведения горных работ компоненты исходного поля напряжений становятся сопоставимыми с прочностными характеристиками соляных пород, что приводит к интенсивному деформированию и разрушению соляных пород с последующим выдавливанием их внутрь выработок.

Другой характерной особенностью Гремячинского месторождения является близкое залегание карналлитовых отложений к почве промышленного пласта. В условиях высокого уровня исходного поля напряжений ожидается интенсификация процессов пучения почвы и, как следствие, нарушение нормальных условий эксплуатации выработок.

Еще одна особенность геологического строения вмещающих промышленный пласт пород месторождения заключается в залегании в непосредственной близости кровли сильвинитового пласта ангидрит-доломитовых отложений, обладающий более высокими прочностными и деформационными характеристиками по сравнению с соляными. В таком случае деформирование вмещающего горные выработки массива пород принимает принципиально иной характер по сравнению с однородным соляным массивом.

Необходимо также учесть, что на сегодняшний день на месторождении идет строительство 1-го рудника и, как следствие, решение вопросов, связанных с

оценкой устойчивости горных выработок, является особо важной и актуальной задачей.

Таким образом, тема диссертационной работы «Оценка устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения» без сомнения является актуальной.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Целью представленной работы являлась разработка способов оценки и прогноза устойчивости горных выработок, пройденных в соляных породах на больших глубинах вблизи вмещающих ангидрит-доломитовых и карналлитовых пород.

Полученные диссертантом Морозовым И.А. в ходе выполнения исследований результаты обладают научной новизной и имеют важное практическое значение при решении вопросов, связанных с обеспечением устойчивости горных выработок.

Соискатель выносит на защиту три научные положения:

- Представительные результаты механических испытаний продуктивных и вмещающих пород Гремячинского месторождения, оценки коэффициента формы соляных пород, являющиеся основой параметрического обеспечения геомеханических расчетов и определения безопасных параметров камерной системы разработки.

- Основным фактором, определяющим величину смещений почвы, является мощность ближайшего к контуру выработки породного слоя, залегающего в почве. При мощности сильвинитовой пачки, оставляемой в почве протяженной горной выработки, менее 0,6-0,7 м скорость ее смещения по сравнению с боками увеличивается более чем в 3 раза, что приводит к пучению почвы и интенсивному ее расслоению.

- Устойчивость кровли горной выработки, пройденной в соленосных отложениях вблизи вышезалегающих более прочных ангидритовых, ангидрит-доломитовых пород, зависит от мощности пачки соляных пород, оставляемой в кровле выработки. При этом прогнозируется снижение смещений пород кровли и боков, соответственно, в 1,7–4,4 и 1,3–1,5 раз за первый год эксплуатации выработки при уменьшении мощности соленосных отложений в кровле с 3,5 до 0,5 м. Для одиночной горной выработки шириной 6,0 м и высотой 3,7 м с овально-арочной формой поперечного сечения оптимальная мощность соляной пачки, оставляемой в кровле, находится в диапазоне от 0,5 до 1,4 м.

Полученные в диссертационной работе практические результаты позволяют выполнять расчет безопасных параметров камерной системы разработки, а также проводить другие геомеханические расчеты для оценки состояния вмещающих горные выработки пород в сложных условиях Гремячинского месторождения.

На основе результатов работы разработаны рекомендации по определению оптимального положения горной выработки в промышленном пласте сильвинита относительно слабых пород, залегающих в почве, и относительно прочных, залегающих в непосредственной близости в кровле промышленного пласта.

Работа построена традиционно, изложена логично и по своему содержанию полностью отвечает научно-квалификационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель, показана научная новизна и практическая значимость исследования.

Первая глава включает краткую характеристику условий разработки Гремячинского месторождения калийных солей. В главе также приводится анализ факторов, влияющих на устойчивость горных выработок в соляных породах Верхнекамского и Старобинского месторождений, а также в условиях соленосных отложений алмазных месторождений. Представлен анализ существующих методик оценки и прогноза устойчивости выработок в соляных породах. Сделан обзор методических особенностей лабораторных исследований механических свойств соляных пород. На основании выполненного анализа диссертант формулирует цель исследований и задачи, требующие своего решения.

Вторая глава посвящена лабораторным исследованиям прочностных и деформационных характеристик пород Гремячинского месторождения. По результатам испытания 237 образцов определен комплекс механических показателей пород месторождения. Установлено, что прочность карналлитовых пород, залегающих вблизи почвы промышленного пласта, на одноосное сжатие и растяжение меньше тех же показателей сильвинитовых пород в 2,5 и 2,4 раза, каменной соли – в 2,9 и 3,0 раза, соответственно. В то время как предел прочности на одноосное сжатие ангидритовых, ангидрит-доломитовых и доломитовых пород в 1,5, 2,1 и 2,9 раза превосходит соответствующий показатель сильвинитовых, на растяжение – в 2,1, 3,2 и 6,5 раза, соответственно. Получены зависимости, отражающие влияние фактора формы на значения следующих механических показателей соляных пород Гремячинского месторождения: предела прочности, касательного модуля деформации, секущего модуля деформации, касательного модуля спада. На основе представленных в главе результатов соискателем формулируется первое научное положение.

В третьей главе представлены результаты инструментальных исследований деформирования горных выработок и вмещающих пород в условиях Гремячинского месторождения. Инструментальные наблюдения выполнялись на четырех экспериментальных участках, на которых было оборудовано 8 замерных станций, включающих как контурные, так и глубинные реперы. По результатам натурных наблюдений соискателем установлены характерные особенности деформирования породного массива Гремячинского месторождения. На основе представленных результатов сформулировано второе научное положение.

В четвертой главе приводится обоснование принятой математической модели деформирования неоднородного слоистого массива пород Гремячинского месторождения. По результатам инструментальных наблюдений на одном из экспериментальных участков выполнена верификация модели. По данным численных экспериментов выполнен анализ влияния карналлитовых отложений в почве, а также мощности соляных отложений в кровле на состояние вмещающих выработки пород. Приведен анализ влияния анкерной крепи на напряженно-деформированное состояние вмещающих горные выработки пород. Результаты исследований обобщены в виде рекомендаций по оценке и прогнозу устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения. На основе данных натурных наблюдений и результатов численных экспериментов формулируется третье научное положение.

В заключении соискателем Морозовым И.А. приводятся основные научные и практические результаты работы.

В приложении приведены результаты инструментальных наблюдений по всем замерным (реперным) станциям в кровле, почве и боках выработок как по контурным реперам, так и по глубинным. Здесь же приведены геологические разрезы в местах заложения реперных станций, а также указаны параметры выработок, в которых выполнялись инструментальные наблюдения.

Значимость для науки и производства (практики) полученных автором диссертации результатов

Ценность работы заключается в определении комплекса механических характеристик пород Гремячинского месторождения, что позволяет выполнять геомеханические расчеты с целью оценки устойчивости горных выработок в сложных условиях месторождения.

По данным лабораторных исследований соискателем Морозовым И.А. получены зависимости, отражающие влияние фактора формы на следующие механические характеристики соляных пород Гремячинского месторождения: касательный модуль деформации, секущий модуль деформации, модуль спада, предел прочности. Установленные соискателем коэффициенты формы соляных пород являются важнейшими характеристиками, которые необходимы для расчета параметров камерной системы разработки.

Сравнительный анализ результатов лабораторных исследований, проведенных соискателем, показал, что метод объемного многоступенчатого нагружения отражает изменение прочностных и деформационных характеристик соляных пород в зависимости от уровня бокового давления и стадии деформирования. Применение многоступенчатого метода позволяет сократить необходимый объем породного материала.

Соискателем получены зависимости, отражающие влияние 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.

По результатам инструментальных наблюдений и численных экспериментов Морозовым И.А. установлены характерные особенности деформирования горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения, что позволяет определять оптимальное расположение выработки в промышленном пласте.

На основе проведенных исследований соискателем даны рекомендации по оценке и прогнозу устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения.

Полученные результаты были использованы при разработке Временного положения по креплению и поддержанию горных выработок на руднике Гремячинского ГОКа.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием фундаментальным физическим законам, значительным объемом лабораторных исследований и достаточным объемом натурных наблюдений, удовлетворительной сходимостью и качественным

соответствием полученных результатов данным практики и основным закономерностям деформирования породного массива, а также обсуждением результатов исследований на научных конференциях, публикациями в рецензируемых изданиях.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, оформление

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержание которой соответствует намеченной цели и задачам исследования. Результаты, полученные соискателем Морозовым И.А., имеют важное научно-практическое значение для решения задач, связанных с обеспечением безопасности ведения горных работ в условиях глубоких калийных рудников.

Оформление диссертационной работы и автореферата соответствует установленным требованиям. Они написаны грамотным научным языком. Содержат необходимые и качественные иллюстрации и литературные ссылки.

Соответствие автореферата основным положениям, выводам и рекомендациям диссертации

Содержание автореферата в полном объеме соответствует структуре и содержанию диссертации. В автореферате в достаточной степени отражены представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации.

Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации

По теме диссертационной работы опубликованы 9 работ, в том числе 4 из списка изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации.

По работе имеются следующие вопросы и замечания

1. 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.
2. В главе 2 уделяется излишне большое, на наш взгляд, внимание обоснованию методики проведения многоступенчатых испытаний образцов соляных пород.
3. 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.
4. Непонятно, чем обусловлен выбор экспериментальных участков в главе 3.
5. 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.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки результатов диссертационной работы и носят уточняющий характер.


Заключение

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

Рассматриваемая диссертационная работа по содержанию, объему и оформлению соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.02.2013 г. № 842), соответствует паспорту научной специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», а ее автор Морозов Иван Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация и автореферат рассмотрены и обсуждены на заседании кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля Горного института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» 26 мая 2022 года, протокол № 9.

Д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой физических процессов горного производства и геоконтроля Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

 В.А. Винников

Почтовый адрес: 119049, г. Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1

Тел. +7 499 230-24-23

E-mail: vinnikovva@misis.ru

Подпись Владимира Александровича Винникова заверяю:



Зам. нач-ка отдела
Кадров МИСиС

КУЗНЕЦОВА А.Е.

31 мая 2022 г.