

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата физико-математических наук Цоя Павла Александровича
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»

1. Актуальность работы. Поддержание горных выработок в устойчивом состоянии в течение необходимого отрезка времени требует своевременной и адекватной оценки влияния фактических горно-геологических и горнотехнических условий на состояние вмещающих выработки пород, что предполагает достаточную изученность как физико-механических свойств вмещающих выработки пород, так и особенностей деформирования конкретного породного массива.

Гремячинское месторождение калийных солей – это месторождение со сложными условиями ведения горных работ, что выражается в большой глубине залегания промышленных сильвинитовых пород, а также в наличии вмещающих пород, представленных отложениями с резко отличающимися прочностными и деформационными характеристиками: карналлитовые отложения – в почве, ангидрит-доломитовые – в кровле. Из опыта разработки других месторождений известно, что карналлитовые породы обладают крайне низкой прочностью на одноосное сжатие (менее 10-15 МПа), при этом более прочные ангидрит-доломитовые отложения практически не склонны к проявлению деформации ползучести по сравнению с соляными. Сложность и уникальность горно-геологических условий Гремячинского месторождения затрудняет заимствование опыта оценки устойчивости горных выработок с других калийных месторождений.

Таким образом, оценка устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения, является актуальной научной проблемой.

2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Соискателем выносятся на защиту 3 научных положения, которые обосновываются во второй, третьей и четвертой главах.

В качестве первого научного положения автор выносит на защиту 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. На основании достаточного объема лабораторных исследований соискателем получены основные механические характеристики пород Гремячинского месторождения, что является основой параметрического обеспечения геомеханических расчетов. Также необходимо отметить, что по данным лабораторных экспериментов соискатель Морозов И.А. уточнил коэффициент формы соляных пород месторождения, что без сомнения является необходимым условием расчета безопасных параметров камерной системы разработки.

Во втором научном положении говорится о том, что 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. Обоснованность 2-го положения подтверждается достаточным объемом натуральных наблюдений, выполненных на реперных станциях, заложенных на 4-х экспериментальных участках.

Очевидно, что устойчивость кровли горной выработки, пройденной в соленосных отложениях вблизи вышезалегающих более прочных ангидритовых, ангидрит-доломитовых пород, будет зависеть от мощности пачки соляных пород, оставляемой в кровле. На это и указывает соискатель Морозов И.А. в третьем научном положении, в котором также 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. При этом, согласно также третьему научному положению, 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. Доказательство третьего научного положения в полной мере представлено в четвертой главе и основывается на результатах численного моделирования. Используемая в работе упруго-вязко-пластическая модель среды была верифицирована соискателем по данным натуральных наблюдений за характером деформирования горных выработок.

По результатам обстоятельного изучения диссертационной работы можно сделать вывод о том, что все 3 научные положения, выводы и

рекомендации, сформулированные в диссертации, соответствуют фундаментальным физическим законам, базируются на значительном объеме проведенных лабораторных экспериментов и достаточных натурных исследованиях, а результаты численных экспериментов сопоставимы с данными натурных наблюдений.

Обобщая вышеизложенное можно утверждать, что научные положения, вынесенные на защиту, выводы и рекомендации в диссертационной работе достаточно аргументированы и обоснованы.

3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается применением надежных экспериментальных методик, достаточным количеством лабораторных экспериментов, достаточным объемом натурных данных, четкой постановкой задач и корректностью применяемого математического аппарата, а также удовлетворительным соответствием полученных результатов практическим данным и основным законам деформирования вмещающего горные выработки массива горных пород.

4. Научная новизна

Получены зависимости, позволяющие учесть влияние высоты образцов на значения механических показателей при сжатии соляных пород Гремячинского месторождения. Указанные зависимости получены для следующих механических показателей: секущего модуля деформации, касательного модуля деформации, модуля спада, предела прочности.

На основе экспериментов на сжатие образцов соляных пород при разных уровнях бокового давления с серией разгрузок на различных этапах деформирования доказано: 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.

На основе обобщения данных инструментальных наблюдений и результатов численных экспериментов соискателем Морозовым И.А. установлены характерные особенности деформирования слоистого неоднородного массива, вмещающего горные выработки и включающего как слабые карналлитовые отложения, так и существенно более прочные ангидрит-доломитовые породы.

Получены зависимости, отражающие влияние положения выработки относительно слабых карналлитовых пород в почве и прочных ангидрит-доломитовых отложений в кровле на размеры зон запредельного деформирования, которые формируются в момент проходки выработок.

Доказано, что анкерная крепь замкового типа, используемая в калийных рудниках, не оказывает существенного влияния на напряженно-деформированное состояние вмещающих выработки пород в условиях Гремячинского месторождения и может быть использована только для предотвращения расслоения с последующим обрушением пород кровли внутрь выработок.

5. Практическая ценность работы

Полученные соискателем результаты исследования механических свойств пород имеют важное практическое значение и служат для параметрического обеспечения геомеханических расчетов в сложных горно-геологических условиях Гремячинского месторождения.

Кроме того соискателем на основе использования закономерностей деформирования горных пород в лабораторных и натуральных условиях, методов математического моделирования получены зависимости и даны рекомендации для определения оптимального расположения горных выработок в пласте сильвинита Гремячинского месторождения.

Представленные соискателем результаты были использованы при разработке Временного положения по креплению и поддержанию горных выработок на руднике Гремячинского ГОК.

6. Оформление диссертации и автореферата

Оформление автореферата и диссертации полностью соответствует установленным требованиям.

Представленная на отзыв диссертационная работа общим объемом 153 страницы машинописного текста состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 149 наименований и приложения, содержит 62 рисунка и 14 таблиц.

Диссертация и автореферат изложены технически грамотным языком, а их стиль соответствует уровню научного изложения работ по горной тематике. При этом текст диссертации проиллюстрирован достаточным количеством схем и графиков.

7. Соответствие паспорту заявленной специальности, содержание автореферата и публикаций

Представленная соискателем Морозовым И.А. диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика: п.1, п.2, п.4, п.13.

Результаты исследований в полном объеме опубликованы в 9 работах автора, в том числе 4 в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

Автореферат объективно с достаточной полнотой отражает основные положения и содержание диссертации.

8. Замечания по работе

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).

Представленные выше замечания носят не принципиальный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней»

Оценивая в целом 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», следует отметить, что она является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеющей научное значение и представляющая практический интерес.

Полученные результаты позволяют выполнять оценку и прогноз устойчивости горных выработок с целью повышения безопасности и эффективности ведения горных работ.

Таким образом, диссертация Морозова И.А. «Оценка устойчивости горных выработок в соляных породах Гремячинского месторождения» соответствует требованиям п. 9 «Положения об присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Морозов Иван Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент:

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, канд. физ.-мат. наук

17 мая 2022 г.

П.А. Цой

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 54, тел. +7 (383) 205-30-30, доб. 715, e-mail: paveltsoy@mail.ru, centre@misd.ru

Подпись официального оппонента кандидата физико-математических наук Цоя П.А. удостоверяю: Ученый секретарь ИГД СО РАН

17 мая 2022 г.



/ К.А. Коваленко