

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук Ашихмина Сергея Геннадьевича на диссертацию Корчака Павла Анатольевича на тему «Прогноз геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок в породах, склонных к хрупкому разрушению», представленной 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

Проблема обеспечения устойчивости горных выработок и сопряжений горных выработок в сложных горно-геологических условиях на апатит-нефелиновых месторождениях, опасных по горным ударам, представляется весьма актуальной. Несмотря на значительный объем проведенных за десятки лет исследований, при проходке и эксплуатации горных выработок зачастую наблюдаются различные проявления горного давления и потеря устойчивости массива, особенно в местах сопряжений. Решение данной проблемы требует комплексного подхода, в том числе разработку методик прогноза геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок в породах, склонных к хрупкому разрушению.

В этой связи диссертация, посвященная вопросам устойчивости сопряжений горных выработок в условиях Хибинских апатит-нефелиновых месторождений, являющихся крупнейшими месторождениями нефелинового сырья в России, представляет научный и практический интерес и затрагивает актуальные вопросы.

2. Новизна и научная значимость диссертации

Научная новизна работы состоит, в первую очередь, в обосновании теоретических положений прогноза хрупкого разрушения пород в окрестности сопряжений горных выработок с учетом основополагающих положений теории пластического течения упрочняющейся/разупрочняющейся среды, а также в установлении закономерностей развития зон хрупкого разрушения в окрестности сопряжений горных выработок различной конфигурации в высоконапряженном массиве в зависимости от направления действия и величины главных напряжений. Данные результаты получены путем математического моделирования геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок на основе разработанной численной модели горного массива, учитывающей накопление повреждений при хрупком характере деформирования.

Полученные научные результаты и разработанные рекомендации позволяют повысить геомеханическую безопасность при проходке и эксплуатации сопряжений горных выработок в условиях апатит-нефелиновых месторождений Хибинского массива.

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

Научные положения, результаты и рекомендации, приведенные в диссертационной работе, в достаточной степени обоснованы. Обоснованность обеспечивается комплексным подходом к исследованию, включающим сопоставление установленных зависимостей с данными полевых наблюдений в зонах сопряжений выработок, а также с результатами исследований, проведенных другими учеными. Применение хорошо известного и

ОТЗЫВ

ВХ. № 9- 5С6 от 19.11.24
АУ УС

апробированного программного комплекса Simulia Abaqus также говорит в пользу обоснованности результатов работы. Полученные результаты и выводы не противоречат общепринятым представлениям о деформировании и разрушении породных массивов.

Основные результаты работы отражены в трех защищаемых положениях.

Первое научное положение. Прогноз развития зон хрупкого разрушения в высоконапряженных горных массивах для месторождений апатит-нефелиновых руд должен выполняться с учетом особенностей развития макротрещин на основании модели, разработанной в рамках теории пластического течения и учитывающей изменение механического поведения среды на допредельной и запредельной стадиях деформирования.

Подробно рассмотрена механика процесса хрупкого разрушения горных пород с учетом действующего на месторождениях тектонического поля напряжений. Автором предлагается использовать в качестве модели поведения структурно нарушенного высоконапряженного массива модель упрочняющейся/разупрочняющейся среды. Проведен ряд натурных наблюдений и исследований, а также проанализированы научные источники. Результаты прогноза зон хрупкого разрушения пород согласно предложенной модели упрочняющейся/разупрочняющейся среды показали хорошее согласие с натурными данными. Таким образом, подтверждена корректность модели прогноза зон хрупкого разрушения пород, реализованной в программном комплексе Simulia Abaqus в виде пользовательской процедуры.

Второе научное положение. Зависимость между размером зоны хрупкого разрушения и относительным напряженным состоянием массива (σ_d/σ_c) для условий подземных рудников КФ АО «Апатит» имеет линейный вид с величиной углового параметра 0.58 и параметра переноса «-0.24», а минимальное соотношение σ_d/σ_c , с которого начинаются процессы хрупкого разрушения на контуре выработки, составляет 0.4.

Выполнено исследование зависимости между напряженным состоянием участка ведения горных работ и величиной размера нарушенной зоны. Исследование выполнено на основании данных маркшейдерской съемки и численного моделирования. Установлено, что характер полученной линейной зависимости не зависит от формы и размеров горных выработок и их сопряжений. Результаты апробации на более чем сорока участках горных выработок Куисвумчоррского, Юкспорского месторождений и месторождения Апатитовый Цирк позволяют говорить о достаточной надежности полученных результатов.

Третье научное положение. Граница зоны хрупкого разрушения над сопряжением горных выработок представляет собой поверхность с А-образным поперечным сечением, размер этой зоны обусловлен геометрией сопряжения горных выработок и направлением действия главных напряжений, при этом высота зоны в сравнении с одиночными выработками больше в 1.4-1.8 раз при куполообразном своде сопряжения и до 2.5 раз – при плоском своде сопряжения.

Проведено качественное и количественное изучение зависимости параметров зоны хрупкого разрушения от параметров (формы, размеров) сопряжений горных выработок. На основании проведенных численных экспериментов предложена зависимость размера зоны хрупкого разрушения от напряженного состояния, ширины выработок, типа сопряжения и его кровли. Применение данной зависимости может значительно упростить инженерные расчеты.

4. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Основным теоретическим результатом работы является методика прогноза развития геомеханических процессов в окрестности горных выработок и их сопряжений на основе численных методов механики сплошных сред. Также на основе результатов экспериментальных и теоретических исследований обоснованы необходимые параметры модели упрочняющейся/разупрочняющейся среды, адаптированные к условиям апатит-нефелиновых месторождений.

Практическим результатом диссертационной работы является методика оценки устойчивости горных выработок и нагрузок на крепь горных выработок, расположенных в породах, склонных к хрупкому разрушению, на рудниках КФ АО «Апатит». Практическая применимость данной методики подтверждается Актом об использовании результатов кандидатской диссертации б/н от 15.11.2023 г.

5. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты работы рекомендуются к использованию на апатит-нефелиновых месторождениях Хибинского массива. Предложенные подходы и модель упругопластической среды с разупрочнением повышают достоверность прогноза деформаций в массивах, показывающих хрупкий характер деформирования и разрушения. Это позволяет рекомендовать использование результатов работы для прогнозирования геомеханических процессов на других месторождениях со сходными горногеологическими условиями.

6. Замечания и вопросы по работе

1. При описании процесса численного моделирования НДС массива в окрестности горных выработок указано, что «за размер зоны хрупкого разрушения пород принимался участок, характеризуемый значительным развитием эквивалентных пластических деформаций». Этот момент следовало пояснить более подробно, так как получаемые при моделировании размеры зон разрушения непосредственно влияют на результаты и выводы работы.

2. В диссертационной работе не показано, как будет изменяться форма и размер зон хрупкого разрушения, если направление действия наибольших главных напряжений существенно отклонится от принятого направления, совпадающего с горизонтальной осью выработки.

3. Известны зависимости, которые отражают изменение механических свойств приконтурного массива при буровзрывном способе проходки выработок. Учет таких зависимостей мог бы повысить обоснованность результатов работы.

Указанные замечания не являются принципиальными и не влияют на ее положительную оценку.

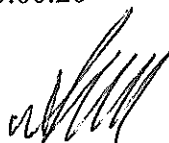
7. Заключение по диссертации

Диссертация «Прогноз геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок в породах, склонных к хрупкому разрушению», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, соответствует 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 от 20.05.2021 №953 адм, а ее автор – Корчак Павел Анатольевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент

Профессор кафедры маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», доктор технических наук по специальности 25.00.20



Ашихмин Сергей Геннадьевич

Сведения об официальном оппоненте:

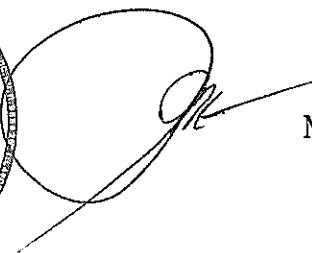
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

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

Официальный сайт в сети Интернет: pstu.ru

эл.почта geotech@pstu.ru телефон +7 (342) 219-84-24

Подпись Ашихмина С.Г. заверяю
Ученый секретарь Ученого совета ГИНИТУ
канд.ист.наук, доцент
12.11.2024



Макаревич В.И.