

УТВЕЖДАЮ

Директор Института горного дела
им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения
Российской академии наук



Хмелинин А.П.

« 28 » октября

2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела СО РАН на диссертационную работу Нгуен Ван Миня на тему «Прогноз мощности зон растягивающих деформаций при проходке подготовительных выработок на глубине свыше 1 км», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы из 129 наименований. Работа изложена на 112 страницах машинописного текста, в том числе содержит 56 рисунков и 25 таблиц.

Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время в России и за рубежом при разработке месторождений твердых полезных ископаемых подземным способом наблюдается устойчивая тенденция увеличения глубины горных работ. Прежде всего рост глубины отработки месторождений происходит на действующих предприятиях, где ведется выемка ценного и востребованного сырья. Связано это с тем, что освоение глубоких горизонтов позволяет избежать привлечения средств на разведку и воспроизводство запасов полезных ископаемых, обеспечивает дальнейшую работу горнодобывающих предприятий, которые преимущественно являются градообразующими, и решает вопросы занятости населения.

Вместе с тем понижение уровня ведения горных работ сопровождается ухудшением условий эксплуатации месторождений полезных ископаемых, изменением физико-механических свойств горных пород, ростом температуры породного массива, горного давления и его проявлений в динамической форме. Одним из вопросов, с которым сталкиваются горные инженеры, является определение глубины формирования и размеров зон нарушенности пород. Понимание закономерностей образования трещин в массиве имеет важное

значение для прогнозирования объемов разрушения горных пород при проходке подготовительных выработок, расчета параметров крепления выработанного пространства и обеспечения безопасности горных работ. Ведение проходческих работ на глубоких горизонтах сопровождается значительным перераспределением исходного поля напряжений, в результате чего зарождаются трещины, развивающиеся под действием высокого горного давления субпараллельно обнажениям горных выработок. Прогноз размеров зон возникновения и последующего развития трещин на глубоких горизонтах является основной задачей геомеханики горных пород, поэтому представленное в диссертационной работе Нгуен Ван Миня развитие метода оценки мощности зон растягивающих деформаций при проходке подготовительных горных выработок на глубине свыше 1 км является актуальной задачей исследований.

Оценка содержания диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы.

Во введении обоснована актуальность научной темы работы, сформулирована цель, и поставлены задачи исследования, а также изложены научная новизна, практическая значимость полученных результатов и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации анализируется механизм возникновения трещин растяжения вокруг выработок на больших глубинах, а также критерии прогноза разрушения. Аргументирована собственная позиция автора относительно путей решения рассматриваемой проблемы. На основе натурных исследований поведения трещин в руднике предлагается использовать для оценки зон их проявления критерий деформации растяжения. Сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе приводится вывод аналитических зависимостей для определения числовых значений критерия растягивающих деформаций горных пород на стадиях образования и развития трещин растяжения. Проведена калибровка аналитической модели определения деформаций возникновения и развития трещин с помощью ее сравнения с результатами моделирования зон растяжения численными методами и скважинными натурными наблюдениями трещиноватости пород.

В третьей главе на основе рассмотрения процесса развития трещин в массиве горных пород обсуждаются параметры, влияющие на устойчивость горных выработок. Проводится оценка степени влияния этих параметров на формирование зон растягивающих деформаций.

Четвертая глава посвящена расчету крепления горных выработок с учетом прогноза мощности зон растягивающих деформаций.

В работе сформулированы три научных положения, выносимые на защиту.

Для обоснования первого научного положения автором выполнен цикл теоретических исследований, в которых установлены аналитические соотношения для вычисления эффективного модуля упругости горных пород, необходимого для оценки критической деформации растяжения на стадии образования трещин, получены соотношения для определения критических деформаций растяжения на стадиях образования и распространения трещин. Входящие в эти соотношения напряжения, соответствующие инициированию и распространению трещин, получены на основе обобщения экспериментальных результатов испытаний образцов горных пород. Установленные значения растягивающих деформаций на стадии начала формирования и на стадии развития трещин следует рассматривать как одну из первых оценок процесса разрушения горных пород с использованием критерия разрушения, в который входят параметры деформированного состояния сплошной среды.

Обоснованность второго научного положения обеспечивается представительными сериями расчетов напряженно-деформированного состояния породного массива вокруг выработок различного сечения. Числовые значения критических деформаций растяжения на стадии начала формирования и на стадии развития трещин, используемые для оценки мощности зон растягивающих деформаций, калибруются в соответствии с натурными экспериментами, выполненными для определения трещиноватости массива в окрестности выработки. Детально исследовано влияние на геометрические параметры зон растягивающих деформаций индекса качества породного массива, модуля упругости, коэффициента Пуассона, глубины расположения выработки.

Достоверность третьего научного положения обосновывается корректным определением размеров зон растягивающих деформаций и глубины расположения нарушенной породы от контура выработки, размеры которой должна превышать длина анкера. Минимальное значение толщины торкретбетона, наносимого на стенки выработки, устанавливается по его влиянию на размеры зон растягивающих деформаций и перемещения контура выработки. Выполненные расчеты позволили оценить числовые значения длины крепи и толщины торкретбетона.

Научная и практическая ценность диссертации

Научное значение работы состоит: в получении аналитической зависимости, позволяющей прогнозировать образование и распространение трещин растяжения в зависимости от физико-механических свойств горных пород (модуля упругости, коэффициента Пуассона и предела прочности на сжатие); в развитии метода

прогноза мощности зон растягивающих деформаций при проходке подготовительных горных выработок; в определении минимальной толщины торкретбетона и параметров анкерного крепления, исключающих развитие трещин растяжения в скальных массивах на глубинах свыше 1 км.

Практическая ценность диссертации заключается в разработке «Методических рекомендаций по прогнозу мощностей зон растягивающих деформаций и креплению подготовительных горных выработок на больших глубинах», принятых к использованию на Таштагольской и Шерегешской шахтах филиала «Евразруда – филиал АО «Евраз ЗСМК».

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: обоснованным применением разработанного критерия для прогноза и определения мощности потенциальных зон растягивающих деформаций при проходке подготовительных горных выработок на глубине свыше 1 км; корректной обработкой результатов экспериментов с использованием современных методов статистики; достаточным объемом лабораторных испытаний физико-механических свойств горных пород; удовлетворительным совпадением результатов моделирования и натурных наблюдений.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геомеханики и изучения физических свойств горных пород

Получены аналитические зависимости для прогнозирования значений растягивающих деформаций и зон образования и распространения трещин растяжения на основе рассмотрения физико-механических свойств горных пород (предела прочности на сжатие, коэффициента Пуассона и модуля упругости); предложен метод прогнозирования мощности зон растягивающих деформаций; определены параметры крепления и поддержания горных выработок с учетом прогноза мощности зон растягивающих деформаций.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

В работе получен ряд новых результатов, которые представляют интерес для специалистов и организаций, деятельность которых связана с оценкой мощности зон растягивающих деформаций, а также с решением прикладных задач обеспечения устойчивости массивов горных пород вокруг выработок на рудниках.

Результаты и выводы диссертации могут быть рекомендованы для использования в таких организациях, как Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова» РАН (Москва), Федеральный исследовательский центр

«Кольский научный центр» РАН (Апатиты), «Пермский федеральный исследовательский центр» УрО РАН (Пермь), «Хабаровский федеральный исследовательский центр» ДВО РАН (Хабаровск), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта» РАН (ИФЗ РАН, Москва), «Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр «ВНИМИ» (Санкт-Петербург) и других.

Публикации и апробация результатов работы

По теме диссертационной работы опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 в ведущих рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки России, из них 3 – включены в международную базу цитирования Scopus. Материалы диссертации докладывались на ряде российских и международных конференций.

По работе имеются следующие замечания

1. Можно ли применить предложенный в диссертации подход для оценки зон растягивающих деформаций на глубинах меньше, чем 1 км?
2. Чем был обусловлен выбор в качестве критерия разрушения горных пород критерия Друкера-Прагера?

Указанные замечания не отражаются на общей положительной оценке содержания диссертационной работы, ее выводов и рекомендаций.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Нгуен Ван Миня на тему: «Прогноз мощности зон растягивающих деформаций при проходке подготовительных выработок на глубине свыше 1 км» выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение научной задачи установления взаимосвязи между растягивающими деформациями и свойствами горных пород для развития метода оценки мощности зон растягивающих деформаций во вмещающем массиве при проходке и поддержании подготовительных горных выработок.

По совокупности представленных в диссертации результатов, актуальности, научной и практической значимости, обоснованности и достоверности основных результатов, а также по объему личного вклада автора, данная диссертация полностью отвечает критериям, установленным п. 2 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, ее автор Нгуен Ван Минь заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по

специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Отзыв подготовил главный научный сотрудник лаборатории механики горных пород Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, д.т.н., проф. Серяков Виктор Михайлович.

Отзыв ведущей организации по диссертационной работе Нгуен Ван Миня заслушан и обсужден на заседании Ученого совета Института горного дела им. Н.А. Чинакала, протокол № 13 от 21 октября 2021 г.

Главный научный сотрудник лаборатории
механики горных пород Института горного
дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения
Российской академии наук, д.т.н., проф.



Серяков В.М.