

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу М.А. Вильнер
«ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ НАГРУЗОК НА КРЕПЬ СОПРЯЖЕНИЙ
ВЫРАБОТОК В СТРУКТУРНО-НАРУШЕННЫХ МАССИВАХ ГОРНЫХ ПОРОД»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Актуальность темы диссертационной работы

Рассматриваемая диссертационная работа М.А. Вильнер состоит из введения, 4 (четырёх) глав с соответствующими выводами, заключения, списка литературы из 10 наименований, изложена на 21 страницах машинописного текста, содержит 3 таблицы, 14 рисунков.

Увеличение объемов добычи полезных ископаемых приводит к росту глубины горных работ и соответствующему усложнению горно-геологических и геомеханических условий. При этом проектируется обширная сеть горных выработок с большим объемом сопряжений, для оптимального крепления которых необходим надежный прогноз напряженно-деформированного состояния пород в массиве, их физических свойств, трещиноватости и структурных особенностей. Поэтому актуальность диссертационной работы М.А. Вильнер, имеющей большое научное и практическое значение, является несомненной.

Новизна и научная значимость диссертационной работы

Среди результатов работы, обладающих новизной и научной значимостью, можно выделить следующие:

- разработан алгоритм выбора параметров численных моделей для моделирования геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок, а также обосновано применение нелинейного критерия прочности Бартона-Бандиса для описания взаимодействия контакта стенок трещин;
- обоснована методика определения размеров зоны возможного обрушения от основных влияющих факторов: формы выработки, физико-механических свойств пород, начального поля напряжений в нетронутом массиве, параметров структурной нарушенности;
- показано, что прогноз формирования зоны возможного обрушения должен выполняться в пространственной постановке в структурно-нарушенных массивах горных

ОТЗЫВ

ВХ. № 9- 224 от 01.06.22
АУ УС

пород методами численного моделирования в рамках механики дискретной среды для возможности моделирования взаимного перемещения блоков по контактными поверхностям;

– разработаны рекомендации по определению нагрузок на крепь сопряжений выработок и обеспечению устойчивости приконтурного массива на сопряжениях горных выработок в структурно-нарушенных массивах горных пород;

Все эти рекомендации позволяют обеспечить геомеханическую безопасность при проходке сопряжений выработок в условиях отработки апатит-нефелиновых месторождений Хибинского массива.

Обоснованность научных результатов и выводов диссертационной работы

Основные результаты работы отражены в трех защищаемых научных положениях.

Первое научное положение.

Прогноз напряженно-деформированного состояния приконтурного массива горных выработок при наличии структурной нарушенности необходимо выполнять на основании представления массива дискретной средой и задания нелинейной прочности по контакту блоков.

Установлено, что в блочных массивах наиболее вероятной формой потери устойчивости является обрушение породных блоков. Для достоверного прогноза напряженно-деформированного состояния блочного приконтурного массива необходимо использовать численное моделирование. Форма и размеры зоны обрушения зависят от принятой контактной модели. Моделирование в рамках механики сплошной среды с заданием эквивалентных прочностных и деформационных свойств пород позволяет оценить размер зоны возможного обрушения и может использоваться для предварительных расчетов.

Второе научное положение.

Форма и размер зон возможного обрушения пород на участках сопряжений горных выработок, расположенных в структурно-нарушенных массивах горных пород, определяется пространственной геометрией сопряжения, отношением размера породного блока к фактическому пролету сопряжения и характером начального поля напряжений.

Влияние начального поля напряжений на напряженно-деформированное состояние массива проявляется в локализации зон возможного обрушения на контуре горной выработки. В гравитационном поле в своде и почве образуются зоны пониженных

напряжений, в случае с плоской кровлей даже – растягивающих. При тектоническом поле напряжений зоны повышенных напряжений формируются как в кровле, почве, так и на сопряжении стенок выработок с кровлей. Причем увеличение ширины выработки на сопряжениях может быть положительным моментом с позиций устойчивости пород кровли за счет меньшей концентрации напряжений в кровле широких выработок. Форма зон возможного обрушения схожа в массивах как с мелкоблоковой, так и крупноблоковой трещиноватостью, однако интенсивность трещиноватости значительно влияет на ее размер, особенно в массивах с полем напряжений, близким к гравитационному типу.

Третье научное положение.

Расчет параметров крепей сопряжений горных выработок должен основываться на прогнозном развитии геомеханических процессов в массиве горных пород и учитывать его структурную нарушенность, напряженное состояние, тип и размеры сопряжения, выраженные через интегральные показатели.

В диссертации доказано, что надежный прогноз напряженного состояния приконтурного массива сопряжения и размеров зон возможного обрушения должен выполняться с учетом горно-геологических и технологических факторов. При проектировании выработок с длительным сроком службы необходимо выполнять численное моделирование в объемной постановке с учетом геометрии и геологического строения приконтурного массива. Расчет размеров зоны возможного обрушения выполняется по предлагаемой методике, которая разработана на основе полученных зависимостей размера зоны возможного обрушения от основных влияющих факторов. Методика апробирована для условий апатит-нефелиновых месторождений. Однако вызывает сомнение заявленная точность прогноза параметров зоны возможного обрушения до 98%, при вариации влияющих факторов до 10-15%.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации сказано, что предлагаемая методика применима для массивов при уровне напряжений на контуре выработок $\sigma_d/\sigma_{сжс} \leq 0,3$ и соответственно при отсутствии хрупкого разрушения, и в то же время отмечено, что эта методика апробирована для условий апатит-нефелиновых месторождений, где большинство руд и пород как раз склонны именно к хрупкому разрушению при действии высоких горизонтальных напряжений. При этом необходимо иметь ввиду, что характер разрушения пород определяется не только их физическими свойствами, трещиноватостью, но и типом

напряженного состояния актуальных участков массивов пород в апатитской горнотехнической системе.

В работе не показано, какая часть сопряжений горных выработок проходится в условиях слабонапряженных пород, т.е. когда $\sigma_d \leq 0,3 \sigma_{сж}$, что затрудняет понимание масштаба распространения рекомендаций настоящей работы;

2. В работе отсутствует инструментальное подтверждение соответствия размеров нарушенных зон на сопряжениях выработок с теоретическими расчетами, что конечно повысило бы значимость работы.

Общая оценка диссертационной работы

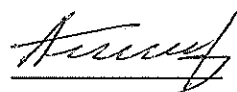
Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 10 печатных работах, в том числе в 3-х статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; в 2-х статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системе цитирования Scopus; получен 1 патент.

Диссертация «ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ НАГРУЗОК НА КРЕПЬ СОПРЯЖЕНИЙ ВЫРАБОТОК В СТРУКТУРНО-НАРУШЕННЫХ МАССИВАХ ГОРНЫХ ПОРОД», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», соответствует требованиям раздела 2 «Положение о присуждении ученых степеней Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного Приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953адм, а ее автор – Вильнер Мария Александровна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент

Заведующий отделом геомеханики
Горного института Кольского научного центра
Российской академии наук

Профессор
Доктор технических наук (специальность
01.02.07 «Механика сыпучих тел, грунтов и
горных пород»)

 Козырев
Анатолий Александрович

+7 (921) 724-33-25; +7(815-55) 79-242
a.kozyrev@ksc.ru

«19» мая 2022 год

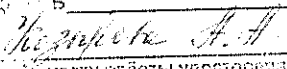
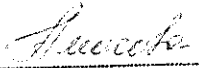
184209, г. Апатиты Мурманской обл., Ферсмана, д. 24

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ РАН) Горный институт - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»

Подпись Козырева Анатолия Александровича заверяю.

«19» мая 2022 г.

М.П.

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ПОДПИСЬ |
|  |
| на бланке работы удостоверено заместителем Горного института |
|  |
| 19 мая 2022 г. |