

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и
инновациям НИТУ МИСиС



Филонов М.Р.

« 16 » сентября 2021 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертацию Сотникова Романа Олеговича на тему: «Разработка методики расчета напряженно-деформированного состояния крепи капитальных горных выработок при воздействии сейсмических волн от массовых взрывов», представленную на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

Актуальность, научная и практическая значимость диссертационной работы

Диссертационная работа соискателя посвящена решению актуальной научной задачи – разработке методики оценки напряженно-деформированного состояния (далее НДС) набрызгбетонной крепи горных выработок, испытывающих негативное воздействие массовых взрывов при отработке запасов Малеевского рудника.

При производстве массовых взрывов их сейсмическое воздействие оказывает вредное влияние на устойчивость горных выработок в зоне воздействия: увеличивается скорость смещения приконтурного массива пород, возрастает его трещиноватость, понижается устойчивость пород кровли, а конструкции крепи получают различные повреждения.

Вредное влияние сейсмических волн, образующихся при массовых взрывах на несущую способность и долговечность крепи горных выработок, в частности набрызгбетонной, комплексно не изучено. Известные подходы к прогнозу устойчивости горных выработок и расчету крепи основаны на применении эмпирических уравнений, аналитических

решений или численных моделей, при этом решение данной задачи на основании моделирования методом конечных элементов позволяет установить закономерности формирования напряженно-деформированного состояния породного массива и крепи горной выработки, определить допустимые параметры взрывного воздействия для существующих видов крепей и обосновать оптимальные технические и технологические решения.

В диссертации соискателя на основании комплекса теоретических и экспериментальных исследований, включающих натурные инструментальные исследования в горных выработках и компьютерное моделирование геомеханических процессов, решены следующие основные задачи:

1. Обоснованы требования к разработке численных моделей прогноза НДС набрызгбетонной крепи выработки, расположенной в зоне влияния взрывных работ в плоской упругопластической постановке с учетом фактора накопления повреждений во времени.

2. Установлены зависимости между скоростью перемещения частиц породы на контуре выработки и повреждением крепи при различных параметрах горных выработок и систем отработки рудного тела.

3. Доказана эффективность применения для крепи горных выработок, подвергающихся воздействию массовых взрывов, армированного набрызгбетона.

4. Выполнено обоснование коэффициента, учитывающего влияние многократного сейсмического воздействия на степень повреждения набрызгбетонной крепи.

Таким образом, **научное значение** диссертации заключается в развитии методов оценки НДС набрызгбетонной крепи горных выработок, изменяющегося в результате многократно повторяющихся массовых взрывов при отработке рудного тела.

Практическая значимость диссертационного исследования:

1. Предложен новый подход к оценке напряженно-деформированного состояния набрызгбетонных крепей, расположенных в зоне влияния многократного сейсмического воздействия от массовых взрывов.

2. Разработана методика выбора типа и обоснования параметров крепей горных выработок, располагаемых в зоне влияния массовых взрывов;

3. Разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости горных выработок и сохранности технического состояния крепей горных выработок в зоне влияния массовых взрывов.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы проектными организациями в области горного дела: АО «СПб-Гипрошахт»; АО «Гипроцветмет», АО «Уралмеханобр» и др.

Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна полученных в диссертационной работе результатов заключается в следующем:

1. Впервые доказано, что оценка устойчивости породного обнажения сопряжений горных выработок и нагрузок на крепь выполняется на основании рассмотрения в рамках одной модели процесса инициации взрывчатого вещества и распространения сейсмических волн через породный массив до контура горной выработки.

2. Установлена нелинейная взаимосвязь между энергией разрушения набрызгбетона и показателем повреждения набрызгбетонной крепи, в отличие от известных ранее учитывающая многократное динамическое воздействие от взрывных работ.

3. Получены новые зависимости между пиковыми скоростями частиц породного массива на контуре горной выработки, количеством циклов сейсмического воздействия и степени повреждения набрызгбетонной крепи.

Достоверность полученных результатов подтверждается удовлетворительной сходимостью данных натурных наблюдений на экспериментальных участках, а также результатов других исследователей с результатами численного моделирования, выполненных на основании разработанной методики; использованием современных методов механики сплошных сред, теории упругости, пластичности и элементов механики повреждения, широко апробированных для решения аналогичных задач.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геомеханики

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геомеханики не вызывает сомнений. На защиту им вынесены следующие научные положения:

1. Прогноз напряженно-деформированного состояния набрызгбетонной крепи горной выработки, расположенной в зоне влияния взрывных работ, должен осуществляться на основании многократного сейсмического воздействия, при этом модель деформирования набрызгбетона должна учитывать накопление повреждений в результате развития микротрещин.

2. Положение зоны повреждения набрызгбетонной крепи и степень ее повреждения зависят не только от расстояния до источника сейсмического события и энергии, выделяемой при его возникновении, но и от ориентации этого источника относительно горной выработки.

3. Параметры набрызгбетонной крепи должны определяться на основании принятой на Малеевском руднике методики их расчета и учитывать изменения ее эффективной толщины в результате многократного сейсмического воздействия от взрывных работ.

Данные положения расширяют известные научные знания в области геомеханики в части прогнозирования негативного влияния сейсмического воздействия на крепь выработок, формируют новый подход к обоснованию

параметров крепи горных выработок в таких условиях с применением прогрессивных строительных материалов. Полученные в работе результаты вносят значительный вклад в область исследований № 9 специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика:

- Разрушение и перемещение пород взрывом, включая процессы уплотнения и дилатансии. Сейсмическое воздействие взрывов на массив горных пород, горные выработки, подземные и наземные сооружения.

Замечания по диссертационной работе

1. В подразделе «1.4 Нормативная база в области обеспечения безопасности охраняемых объектов по колебаниям» диссертационной работы выполнен анализ только одного нормативного документа - ГОСТ Р 57546–2017. Автору следовало бы, на наш взгляд рассмотреть и иные существующие нормативные документы и утверждённые методики, в которых приведены требования к оценке сейсмических воздействий на подземные сооружения и горные выработки.

2. В диссертации приведено общее описание модели пород Хука-Брауна, но отсутствуют принятые для численных моделей количественные параметры этой модели, что затрудняет их оценку.

3. Исходя из выражения (3.33) и таблицы 3.8 диссертации, сопротивляемость армированного набрызгбетона сейсмическим воздействиям резко возрастает при увеличении расхода фибры. Однако из текста работы не совсем понятно, как учитывается расход фибры в предложенной автором методике определения параметров набрызгбетонной крепи. Также автору следовало бы указать, какой расход фибры можно считать оптимальным.

4. Предложенный автором запатентованный способ может быть эффективно реализован по нашему мнению не во всех специфических

условиях, так как подразумевает нанесение набрызгбетонной крепи суммарной толщиной 400 - 450мм, что зачастую дороже, чем возведение монолитной железобетонной крепи аналогичной толщины.

Заключение

Приведенные выше замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 1 статье - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получен 1 патент.

Диссертация «Разработка методики расчета напряженно-деформированного состояния крепи капитальных горных выработок при воздействии сейсмических волн от массовых взрывов», представленная на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм.

Сотников Роман Олегович полностью заслуживает присуждения ученой степени кандидата экономических наук по специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Сотникова Романа Олеговича сопоскатель обсужден и утвержден на заседании кафедры «Строительство подземных сооружений и горных предприятий» НИТУ МИСиС, протокол №1 от 9 сентября 2021 года.

Заведующий кафедрой
«Строительство подземных сооружений
и горных предприятий»,
д.т.н., проф.

Панкратенко А.Н.

Технический секретарь заседания

Финогенова А.И.

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

Почтовый адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-кт, 4

Официальный сайт: <https://misis.ru/>

e-mail: kancela@misis.ru

Тел.: +7 (495) 955-00-32


