

ОТЗЫВ на автореферат диссертации Минина Кирилла Евгеньевича на тему «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

Тематика диссертации **Минина Кирилла Евгеньевича** посвящена одной из актуальных проблем инженерно-технического комплекса – совершенствование методики количественной оценки деформаций скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений. Полученные результаты могут быть применены в строительстве и геотехнике.

Научное и прикладное значение работы заключается в разработке нелинейной модели деформирования трещиноватых блочных скальных массивов при разных уровнях нагружения. Практическая значимость заключается в том, что разработанная методика построения нелинейной модели деформирования скального массива позволяет более точно определять его расчётный модуль деформации в зависимости от изменения НДС массива. Достоинство работы заключается в том, что разработан метод определения деформационных характеристик скальных массивов, учитывающий нелинейность их деформирования. В автореферате представлен значительный объем данных, полученных современными методами, проведена корреляция расчётных результатов, полученных разными методами испытаний.

Автореферат написан хорошим научным языком, стиль изложения в полном объеме раскрывает логику исследования. Диссертационное исследование выполнено на достаточно высоком методическом уровне, что позволяет обеспечить достоверность полученных результатов. Результаты работы доложены на конференциях, опубликованы в ведущих научных изданиях. Апробация в полупромышленных условиях проведена в достаточном масштабе. Работа **Минина Кирилла Евгеньевича**, несомненно, представляет собой определенную научную и практическую значимость.

По автореферату имеются замечания:

1. В автореферате приведены ссылки на цитируемую литературу в квадратных скобках, однако самого списка литературы нет. Очевидно эти предложения со ссылками просто скопированы из диссертации.

2. Во всех опубликованных статьях по теме диссертации первым автором стоит научный руководитель. Считаю, для подтверждения самостоятельности выполнения диссертации надо было ряд статей опубликовать в моноавторстве.

3. Актуальность расписана более чем на 3 страницы, и могла быть значительно сокращена.

4. Автореферат на 30 страниц - это очень много. Он требует сокращения, как за счет оптимизации текста, так и путем форматирования (например, межстрочный интервал в авторефератах обычно одинарный, а не полуторный).

Указанные недостатки не носят принципиального характера и не снижают научной ценности результатов, приведенных в диссертационной работе.

Диссертация **Минина Кирилла Евгеньевича** является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней. Автор диссертации **Минин Кирилл Евгеньевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

**Профессор военного учебного центра
ФГАОУ ВО «ДВФУ», д-р техн. наук, доцент**

Федюк Роман Сергеевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)», 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10

Федюк Роман Сергеевич, д-р техн. наук по специальности 2.1.5 – «Строительные материалы и изделия», доцент, профессор военного учебного центра, тел. 8-950-281-79-45

E-mail: fedyuk.rs@dvvfu.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения

Диссертационная работа Минина К.Е. посвящена разработке альтернативного метода определения модуля деформации скальных массивов.

Совершенствование методов определения деформационных характеристик и их применения при моделировании процессов взаимодействия конструкций подземных сооружений с окружающим массивом является актуальной задачей геотехники. Характер деформирования окружающего горного массива при решении таких задач может существенно влиять на формирование напряженно-деформированного состояния взаимодействующих с ним подземных конструкций.

Учитывая специфику структуры скальных массивов, характеризующихся наличием систем трещин, неоднородностью, анизотропностью в зависимости от генезиса, существующие аналитические методы определения модуля деформации для скальных массивов, приводят к получению широкого диапазона значений для одной и той же исследуемой области.

Для получения более точных значений деформационных характеристик скальных массивов по трассе (или на участке) проектируемого подземного сооружения используются натурные методы исследования, которые отличаются трудоемкостью и существенными финансовыми затратами.

Для предварительной оценки напряженно-деформированного состояния горного массива и взаимодействующей с ним подземной конструкции при вариантном проектировании, модуль деформации скального массива принято определять с использованием эмпирических зависимостей, основанных на показателях классификационных систем скальных массивов (RMR, Q-System, GSI и т.п.), отражающих в неявном виде их свойства и механические характеристики.

В этом случае модуль деформации определяется как постоянная величина, и, соответственно, скальный массив рассматривается как условно изотропная линейно-деформируемая среда, что является недостатком указанных методов.

Автор особое внимание акцентирует на результатах исследований отечественных и зарубежных ученых, которые показывают, что скальный массив в целом деформируется нелинейно при изменении напряженно-деформированного состояния, соответственно, при разных уровнях напряжений в скальном массиве модуль деформации будет изменяться.

Судя по автореферату, в диссертационной работе автор предлагает аналитический метод определения модуля деформации, учитывающий указанные физические процессы, позволяющий построить расчетным путем диаграмму состояния скального массива « $\sigma - \epsilon$ » для двух первых участков, имеющих наибольшую практическую значимость в области проектирования подземных сооружений.

Автором предложено построение диаграммы состояния скального массива « $\sigma - \epsilon$ » на основе результатов исследований Бандиса с использованием модифицированного уравнения Гудмана, факторного анализа, численного эксперимента и уравнений регрессии.

В своей диссертационной работе автор использовал (в качестве практического примера) разработанный метод для исследования напряженно-деформированного состояния обделки транспортного тоннеля, сооружаемого горным способом, сводчатого очертания из дисперсно-армированного бетона (фибробетона), взаимодействующей со скальным вмещающим массивом. Исследование выполнялось с использованием метода конечных элементов применительно к механике сплошной среды при определении компонентов напряженно-деформированного состояния обделки и с использованием метода линейной механики разрушения при исследовании процессов распространения трещин в обделке. Принятые предпосылки и методы исследований соответствуют поставленным исследователем задачам.

Вместе с тем, в качестве замечания к представленной работе следует отметить, что для обоснования эффективности и практической значимости предложенного автором метода определения модуля деформации скальных массивов, целесообразно дополнить работу сравнительным анализом (на практическом примере) результатов расчета с использованием разработанного метода и общепринятого в современной геотехнической практике метода расчета напряженно-деформированного состояния тоннельных обделок, взаимодействующих со скальными массивами (например с использованием упругопластической модели Ноек-Brown для скального массива).

Судя по автореферату, диссертационная работа Минина К. Е. обладает научной новизной и представляет научный интерес, имеет практическую

значимость и возможность внедрения. Полученные математические модели адекватно описывают исследуемые в работе процессы. Работа изложена грамотным техническим языком, достаточно иллюстрирована и сопровождается обосновывающим материалом, представленные выводы обоснованы.

Диссертационная работа Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений» является самостоятельно выполненной соискателем актуальной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты, выводы и рекомендации. Работа полностью отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Минин Кирилл Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Зав. каф. «Мосты и тоннели»
ФГБОУ ВО «СибАДИ», доцент,
кандидат технических наук
по специальности 05.23.11 –
«Проектирование и строительство
дорог, метрополитенов, аэродромов,
мостов и транспортных тоннелей»

Кобзев Павел Николаевич

«02» 02 2024 г.

Адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира, д. 1
E-mail: nilsibadi@gmail.com
Тел.: 8 (3812) 60-74-72
+7 (913) 673-89-10



ИДЕНТИФИКАЦИОННО-РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № _____ С.С. Суровцева
Фед. документовед отдела кадров работников УП и КО
02 февраля 2024 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения

Рассматриваемая работа в основном посвящена разработке альтернативного метода определения модуля деформации скальных массивов. Знание указанной деформационной характеристики необходимо при исследовании и расчётах подземных сооружений, возводимых в массивах, сложенных скальными грунтами. В то же время, из-за специфики структуры скальных массивов (трещиноватости, анизотропии, неоднородности) и, возникающего при этом, масштабного эффекта, все, предлагаемые в настоящее время методы определения модуля деформации, дают большой разброс результатов. Учитывая трудоёмкость и стоимость прямых (натурных) методов исследования, их используют только на стадии финального проектирования подземного сооружения. На предварительной стадии проектирования при сравнении различных вариантов для определения модуля деформации скального массива используются эмпирические зависимости, основанные на показателях классификационных систем скальных массивов, отражающих в неявном виде их свойства и механические характеристики. Недостаток указанных методов заключается в том, что, определённый с их помощью модуль деформации является постоянным и характеризует скальный массив как линейно – деформируемый. В действительности его поведение нелинейное и кривая зависимости $\sigma = f(\epsilon)$ состоит из трёх участков, что подтверждается результатами ранее выполненных отечественными и зарубежными учеными натурных и лабораторных испытаний. Первый (нелинейный), отражает закрытие трещин, второй – практически линейный, характеризующий деформирование массива при сомкнутых трещинах, и третий, нелинейность которого обусловлена относительными сдвигами скальных блоков по межблочным швам и их разрушением. При таком деформировании модуль деформации не является постоянным и его значение изменяется с увеличением, приложенной к массиву, нагрузки. В представленной работе предлагается метод, учитывающий эту особенность деформирования скальных массивов и позволяющий расчётным путём построить кривую $\sigma = f(\epsilon)$ в пределах первых двух участков. Третий участок в работе не рассматривался, поскольку, как утверждает автор, численное моделирование показало, что уровень напряжений, формирующихся в массиве после окончания строительства подземных сооружений, не превышает значений второго участка кривой $\sigma = f(\epsilon)$. Кривая на первом участке строится с использованием уравнения Гудмана, модифицированного принятием двух допущений. Уравнение для построения второго участка представляет собой уравнение регрессии, полученное путём совместного использования численного моделирования и метода планирования эксперимента.

Предлагаемый метод был применён для исследования работы сводчатых тоннельных фибробетонных обделок в скальных грунтах. Поскольку существующие методики расчёта фибробетонных обделок на трещиностойкость, представленные в отечественной нормативной литературе, требуют совершенствования, соискателем предложен метод такого расчёта на основе механики разрушения.

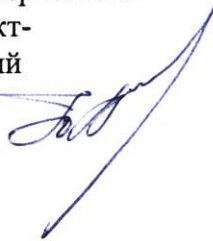
Замечание по работе:

Требуется обосновать применимость блочной модели при расчёте модуля деформации скальных массивов, осложненных сетками трещин другой конфигурации.

В заключение можно сделать вывод о том, что работа представляет научный интерес и имеет практическую значимость. Полученные математические модели адекватно описывают исследуемые в работе процессы. Работа написана грамотным техническим языком, хорошо иллюстрирована, представленные выводы являются обоснованными.

Диссертационная работа Минина Кирилла Евгеньевича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Работа полностью отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Минин Кирилл Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения.

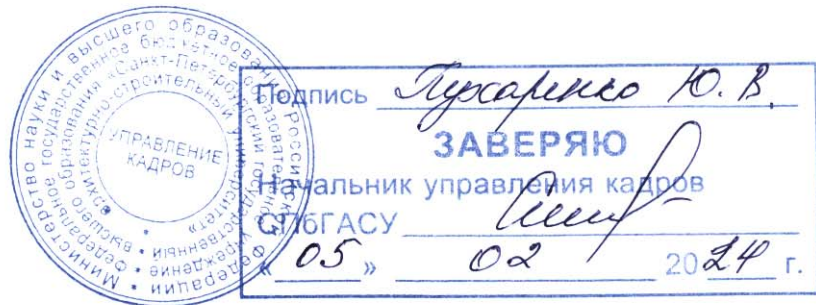
Доктор технических наук по
специальности 05.23.05, зав. каф.
«Технологии строительных материалов и
метрологии» ФГБОУ ВО «Санкт-
Петербургский государственный
архитектурно-строительный
университет»



Пухаренко Юрий Владимирович

«05» 02 2024 г.

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4
E-mail: tsik@spbgasu.ru
Тел.: +7 (812)316-78-72



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

Работа посвящена важной проблеме, связанной с определением деформационных характеристик скальных грунтов, взаимодействующих с инженерными сооружениями в инженерной практике для описания деформирования скального массива, как правило, используются зависимости механики сплошной среды, деформирование которой характеризуется постоянным модулем деформации. Однако, в подавляющем большинстве случаев скальный массив представляем собой среду со сложной структурой, обладающей неоднородным строением и анизотропией. Полевые и лабораторные испытания, а также эмпирические и аналитические зависимости не способны учесть указанные выше особенности скального массива, поскольку не учитывают его нелинейность деформирования, подтверждённую результатами натурных и лабораторных испытаний отечественных и зарубежных исследователей.

В работе предлагается разработанная соискателем нелинейная модель деформирования трещиноватых скальных массивов и апробация предложенного метода при расчёте его взаимодействия с подземным сооружением. Учитывая вышеизложенное, работу несомненно можно считать *актуальной*.

Полученные соискателем зависимости позволили с необходимой точностью моделировать реальные штамповые испытания и получать значения модулей деформации рассматриваемого массива при увеличении действующей на него нагрузки. Предлагаемый метод определения модуля деформации скальных массивов автор использовал при исследовании работы фибробетонной обделки подземных сооружений сводчатой формы, возводимых в скальных породах. Результаты исследования показали, что изменение глубины заложения сооружения и его размеров, меняя напряжённое состояние скального вмещающего массива, могут изменить модуль его деформации в пределах до 35%, что может существенно повлиять на напряженно-деформированное состояние обделки.

Правомерность использования, представленного автором метода, подтверждается результатами испытаний на крупномасштабных натуральных моделях фибробетонных обделок.

По реферату имеются следующие замечания:

1. Не приведены сравнения результатов, полученных с помощью предлагаемой соискателем модели деформирования скальных массивов, с результатами натуральных испытаний.

2. Разработанный метод расчёта трещиностойкости фибробетонной обделки подземных сооружений сводчатой формы основан на численном моделировании сооружений, у которых происходит раскрытие сечения одновременно на всю площадь.

В целом диссертационная работа Минина К.Е. является актуальной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты и рекомендации. Работа отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Минин Кирилл Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Кандидат технических наук,
профессор кафедры «Мосты,
тоннели и строительные
конструкции» МАДИ, член-
корреспондент РАЕН

Маковский Лев Вениаминович

« 6 » 02 2024 г.

Адрес: 125319, г. Москва, Ленинградский пр-кт, д. 64
E-mail: tunnels@list.ru
Тел.: +7 (916)-406-97-02

Подпись *Маковского Л.В.* удостоверяю
документовед О/К *Минина К.Е.*



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения

Актуальность диссертационной работы К.Е. Минина связана с существенными изменениями подходов к проектированию и строительству подземных сооружений транспортного назначения в плане необходимости учёта в расчётных схемах особенностей структуры и механических свойств вмещающего грунта. Отмечается, что механические свойства скальных массивов в значительной степени зависят от наличия в них структур повреждений в виде систем трещин. Важно учитывать, что точное определение деформационных характеристик скального массива, существенно влияет на напряженно-деформированное состояние возводимых сооружений.

Автор предлагает аналитический метод определения модуля деформации трещиноватого скального массива, учитывающий нелинейность его деформирования на первых двух участках, имеющих наибольшую практическую значимость в области проектирования подземных сооружений.

Во второй части работы автор использует предложенный метод для исследования напряженно-деформированного состояния обделки подземных сооружений сводчатой формы, сооружаемых горным способом с использованием фибробетонной обделки. На основании полученных результатов и с использованием линейной механики разрушения соискатель разработал метод расчёта трещиностойкости тоннельных обделок из фибробетонов с учётом их взаимодействия с вмещающий скальным массивом. Полученная зависимость применима для обделок сводчатой формы, сооружаемых горным способом в скальных грунтах, при условии одновременного раскрытия выработки на все сечение.

Вместе с тем, имеется замечание к представленному автореферату:

Следовало бы учесть изменение толщины тоннельных обделок из фибробетона на их напряженно-деформированное состояние и трещиностойкость.

Несмотря на указанное выше замечание, судя по автореферату, диссертационная работа Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их

использование при строительстве подземных сооружений» является самостоятельно выполненной соискателем актуальной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты, выводы и рекомендации. Работа полностью отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Минин Кирилл Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Кандидат технических наук,
заместитель начальника отдела
проектирования подземных
сооружений ООО «Институт
«Мосинжпроект»


Хотеев Егор Анатольевич

«07» февраля 2024 г.

Адрес: 101000, г. Москва, пер. Сверчков, д. 4/1 стр. 1
E-mail: khoteev.ea@mipi.ru
Тел.: +7 (903)-149-73-52

Юдмила Комисова Е. А.
заверено

Заместитель
начальника отдела

Юдмила Комисова Е. А.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Минина Кирилла Евгеньевича

на тему

«Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения

В последние десятилетия строительство транспортных тоннелей в скальных грунтах получило широкое распространение в связи с расширением сети автодорожных и железнодорожных магистралей.

Транспортные тоннели относятся к сооружениям повышенной ответственности и требует особого внимания при проектировании к выполнению геологических изысканий и выбору конструкций крепей и обделок. В частности, заметно возросло применение фибробетона в качестве материала для временной и постоянной обделки тоннелей.

На основании анализа существующих методов определения механических характеристик скальных массивов и изучения особенностей их строения, автором предложен метод определения модуля деформации трещиноватого скального массива, учитывающий нелинейность его деформирования, определенную по результатам ранее выполненных натуральных и лабораторных испытаний.

С использованием предложенного метода определения модуля деформации скального массива, автором проведены теоретические исследования трещиностойкости фибробетонных обделок транспортных тоннелей сводчатого очертания, возводимых горным способом на полное сечение. Исследования выполнялись с применением численных методов (МКЭ) на основании теории планирования эксперимента.

По результатам выполненных исследований предложена альтернативная методика оценки трещиностойкости обделок транспортных тоннелей, основанная на линейной механике разрушения.

В целом, представленная на рассмотрение диссертация является актуальной научно-квалификационной работой и содержит, новые значимые результаты, выводы и рекомендации.

Вместе с тем, в представленном автореферате, не в полной мере дано описанием принципа определения механической характеристика критического коэффициента интенсивности напряжений K_{IC} , влияющего за начало распространения трещин в сечении обделки. Несмотря на отмеченное

замечание, несомненно, работа воспринимается как законченное научное исследование с практической ценностью.

По содержанию и составу научная работа полностью отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор **Минин Кирилл Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук** по специальности 2.1.2 - Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Страхов Алексей Михайлович
Кандидат технических наук,
Главный специалист
ООО «Научно-технический центр
«Метро»



А. М. Страхов

«08» февраля 2024 г.

Подпись заверяю
Кандидат технических наук,
Технический директор
ООО «Научно-технический центр
«Метро»



А. А. Кубышкин

«08» февраля 2024 г.

Адрес: 105094, г. Москва, ул. Семеновский вал, д. 6А, стр. 1
E-mail: info@ntc-metro.ru
Тел.: +7 (903) 535-70-86

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

При исследовании взаимодействия зданий и сооружений со скальными массивами одной из наиболее сложных задач является определение репрезентативных эффективных механических характеристик скального массива. Диссертационная работа Минина К.Е. посвящена вопросу определения эффективного модуля деформации трещиноватого скального массива, взаимодействующего с подземными сооружениями, с учётом фактического напряженно-деформированного состояния.

Неоднородное строение скального массива и анизотропия затрудняют применение аппарата механики сплошной среды. Эмпирические методы оценки эффективных механических характеристик на основе рейтинговых инженерных классификаций скального массива, в том числе многопараметрических (Q-система и др.), ограничены в применении областью предварительных оценок, требующих дальнейшего уточнения и подтверждения. Наличие масштабного эффекта ограничивает репрезентативность результатов натурных испытаний скальных массивов, поскольку экстраполяция результатов испытаний на масштаб зоны влияния подземного сооружения может приводить к существенному расхождению результатов испытаний с фактическими эффективными механическими характеристиками скального массива, которые подтверждаются в дальнейшем инженерным опытом с помощью натурных наблюдений (мониторинга) в ходе строительства и эксплуатации подземных выработок.

Автором диссертации на основании обзора существующих исследований по определению деформационных характеристик скального массива достаточно объективно сформулирована цель и задачи исследования.

В работе представлен метод определения модуля деформации трещиноватого скального массива, учитывающий нелинейность его деформирования, которая подтверждена натурными опытами и лабораторными испытаниями отечественных и зарубежных учёных. Учёт нелинейности обеспечивается учетом деформационных характеристик скальных блоков и межблочных трещин. Выполнена серия расчётов эффективного модуля деформации скального массива при варьировании глубины заложения и геометрических размеров подземной выработки. Полученные результаты стали основой для разработки метода расчёта трещиностойкости фибробетонной обделки подземных сооружений транспортного назначения, сооружаемых горным способом в скальных грунтах. Представленными результатами соискатель подчёркивает важность учета характера деформирования при определении деформационных характеристик скальных массивов, способного повлечь изменение напряженно-деформированного состояния вмещающего грунта, что влияет на несущую способность обделки подземных сооружений.

В целом автореферат изложен логично и даёт достаточное представление о проделанной диссертационной работе. Полученные соискателем результаты представляются достоверными. В качестве научной новизны отмечается предложенная

соискателем нелинейная модель деформирования трещиноватого скального массива, позволяющая расчётным путем получить его модуль деформации при заданных напряжениях. Дополнительное внимание требует предложенный автором метод расчёта трещиностойкости фибробетонной обделки подземных сооружений сводчатой формы, основанный на принципах линейной механики разрушений, позволяющий анализировать развитие трещины в сечении обделки.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания.

1. Как реализована в расчетной конечно-элементной модели испытания демпфируются прослойка для снятия касательных напряжений у блочного фрагмента размером 1×1 м. Имеется ли такая же прослойка у блочного фрагмента размером 5×2 м?

2. Учитывался ли контактный элемент между фибробетонной обделкой подземного сооружения и скальным массивом? Каким образом учитывались его деформационные и прочностные характеристики?

3. Какие планы эксперимента использовались для получения уравнений регрессии для эффективного модуля деформации E_m в четвертой главе, а также для коэффициента интенсивности напряжений K_I в пятой главе? Какая толщина фибробетонной обделки в последнем выражении и почему эта толщина не включена в варьируемые факторы?

Высказанные вопросы и замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа Минина Кирилла Евгеньевича на тему «Определение деформационных характеристик скальных массивов и их использование при строительстве подземных сооружений» является самостоятельно выполненной соискателем актуальной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты, выводы и рекомендации. Работа имеет высокую теоретическую ценность и важное прикладное значение, а также полностью отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Минин Кирилл Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Главный инженер
ООО «Сигма Тау», кандидат технических наук
(специальность 05.23.02 – Основания и фундаменты,
подземные сооружения, 2005 г.)

Дейнеко
Андрей
Викторович

109012, г. Москва, ул. Ильинка, д. 4, офис 493.
Тел.: +7 (919) 729-28-41, e-mail: deyneko@sigma-tau.xyz

Подпись Дейнеко Андрея Викторовича удостоверяю,
Генеральный директор ООО «Сигма Тау»

Тел.: +7 (929) 658-98-38, e-mail: simutin@sigma-tau.xyz



Симутин
Алексей Николаевич

9 февраля 2024 г.