

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук Ашихмина Сергея Геннадьевича на диссертацию Мукминовой Дианы Зиуровны на тему: «Оценка сдвижений и деформаций пород с использованием методов математического моделирования при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Актуальность диссертационной работы.

В настоящее время происходит активное развитие подземного транспортного строительства, особенно в крупных городах и мегаполисах. При этом часто возникают проблемы, связанные с негативным воздействием горных работ на окружающий массив и поверхностные объекты. Данная проблема весьма актуальна для г. Санкт-Петербург в связи с большим количеством исторических сооружений, а также в связи с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями строительства.

С точки зрения оценки вредного влияния на объекты городской инфраструктуры проходка эскалаторных сооружений, в сравнении с другими объектами метрополитена, характеризуется наиболее значительными деформациями, проявляющимися на земной поверхности. Особенно заметно это проявляется при строительстве эскалаторных тоннелей способом искусственного замораживания, который часто используется в неустойчивых и обводненных массивах. Одной из главных проблем обеспечения безопасных условий при использовании способа искусственного замораживания является оценка изменений напряженно-деформированного состояния пород, вызванных как собственно проходкой, так и сложными физическими процессами при замораживании и оттаивании грунтов.

Используемые в настоящее время инженерные методы оценки вредного влияния разработаны еще в 70-х годах прошлого века и не учитывают некоторых технологических особенностей этого способа проходки и геологических факторов. В целом они характеризуются довольно низкой достоверностью прогнозных параметров деформаций. Достоверная оценка возможна только на основе рассматривания самого физического механизма развития геомеханических процессов в массиве от выработки до земной поверхности с учетом деформирования и изменения свойств пород при замораживании и оттаивании. В данных условиях задачу оценки сдвижений и деформаций горного массива следует признать весьма сложной и требующей привлечения широкого арсенала методов из разных областей науки. Недостаточная по современным меркам изученность вопросов оценки геомеханического состояния массива в условиях воздействия замораживания, а также практически полное отсутствие нормативной базы позволяют заключить, что проблема оценки сдвижений горных пород и

ОТЗЫВ

ВХ. № 271-9 от 10.09.21
АУ УС

охраны подрабатываемых сооружений при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания на сегодняшний день не решена, а актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений

Научная новизна и результаты работы.

Научная новизна работы Мукминовой Д.З. состоит в обосновании способа прогноза деформаций массива с использованием математического моделирования методом конечных элементов и упрощенного учета процессов роста ледопородного ограждения отдельно по литологическим разностям пород, отличающихся показателями влажности. Для этого в работе определены основные факторы, определяющие развитие геомеханических процессов в период активной и пассивной стадии замораживания. В результате анализа геологических данных, данных натурных измерений и результатов расчетов по построенным моделям установлено существенное влияние пассивной стадии замораживания на земную поверхность, которое ранее считалось малозначимым с точки зрения развития деформаций.

Также к числу новых результатов следует отнести методику оценки сдвижений и деформаций в массиве и на земной поверхности в период естественного оттаивания с учетом ранее накопленных деформаций на различных стадиях замораживания. Таких исследований в предшествующих работах не производилось в силу ограниченности аналитических методов расчета, а в настоящей работе этого удалось достичь за счет использования численных методов.

Основные научные результаты, полученные автором диссертации, в достаточной мере освещены в 6 научных публикациях, 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 (перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящем в международную базу данных и системы цитирования Scopus. По результатам исследований предложен новый способ организации натурных наблюдений, на который получен 1 патент.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Значимость результатов, полученных в диссертации Мукминовой Д.З., состоит в повышении достоверности прогноза сдвижений и деформации горных пород при проектировании эскалаторных тоннелей способом замораживания.

Проведенные исследования и разработанная на их основе инженерная методика позволяет осуществлять оперативный прогноз развития деформационных процессов в центральной и устьевой частях мульды сдвижения. Это имеет важное значение для безопасной эксплуатации зданий и сооружений в зоне влияния строительства эскалаторных тоннелей, поскольку возникающие деформации, как показано в работе, многократно превышают критические значения.

Также автором разработаны рекомендации по проектированию наблюдательных станций и методам мониторинга, которые позволяют без применения специальных измерительных систем обеспечить оптимальную оценку деформационных показателей по всей площади подработки и уровни риска для обрабатываемых зданий и сооружений.

На основе результатов вышеуказанных исследований сформулированы рекомендации по натурным маркшейдерским наблюдениям и наблюдательным станциям на земной поверхности и предложена прогнозная методика оценки сдвижений и деформаций на земной поверхности для инженерно-геологических условий города Санкт-Петербург.

Результаты исследований могут быть внедрены в практику организациями, занимающимися проектированием объектов метрополитена в сложных инженерно-геологических условиях, а также могут стать основой при разработке новых нормативных документов, регламентирующих охрану зданий и сооружений в мегаполисах.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается системным и последовательным подходом к выявлению и изучению закономерностей, а также синтезом геотехнологических и теплофизических методов, методов натурных наблюдений и методов математического моделирования. Достоверность полученных результатов также обеспечивается использованием хорошо известного и апробированного программного комплекса Plaxis3D, общепринятых механических моделей грунтовых сред и большим объемом построенных и обработанных конечно-элементных моделей. В ходе расчетов достаточно подробно учитывались неоднородности массива осадочных пород, технологические стадии проходки выработок, процессы замораживания и оттаивания ледопородного ограждения. Достоверность полученных результатов подтверждается внутренней сходимостью результатов, полученных на различных моделях и внешней сходимостью расчетов с натурными данными.

Приведенные в главе 3 результаты исследований подтверждают справедливость заявленного к защите первого научного положения. Показано, что учет уровня природной влажности дискретно для каждого геологического слоя в период активной и пассивной стадии замораживания позволяет обеспечить адекватную натурным данным модельную оценку сдвижений (пучений) в массиве и на земной поверхности.

Результаты, представленные в 4 и 5 главе, обосновывают второе защищаемое положение. Разработанная инженерная методика, использующая традиционное понятие граничного угла сдвижения, позволяет достоверно определять размеры зоны влияния строительства эскалаторных тоннелей на земной поверхности с точностью, достаточной для практических целей.

Третье защищаемое научное положение обосновано результатами комплексной обработки натурных данных и данных математического моделирования с использованием метода типовых кривых.

То, достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается представительным объемом созданных автором моделей и проанализированных натурных данных, применением признанных методов расчета и механических моделей грунтов, схожимостью результатов расчетов и данных натурных наблюдений за процессами движения. Выводы и результаты работы не противоречат основным положениям науки о движении горных пород и исследованиям других ученых. Новизна и обоснованность исследований также подтверждены полученным патентом.

Основные результаты исследований, защищаемые положения, выводы и рекомендации апробированы на 4 научно-практических конференциях всероссийского и международного уровня.

Общая оценка содержания диссертации.

Представленная диссертация состоит из оглавления, введения, пяти глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы из 101 наименования и трех приложений. Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 88 рисунков и 12 таблиц. Автореферат изложен на 20 страницах и содержит 12 рисунков.

Во введении автором обоснована актуальность исследований в области оценки движений и деформаций горных пород при строительстве эскалаторных тоннелей методом замораживания, сформулированы цель, идея и задачи работы, представлены ее основные научные положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, также приведены сведения о публикациях автора и апробация работы.

В первой главе автором рассмотрена проблема оценки вредного влияния горных работ при сооружении эскалаторных тоннелей способом замораживания, описаны существующие методы прогнозной оценки движений и деформаций горных пород, выявлены и проанализированы их недостатки.

Во второй главе автором описаны особенности традиционно применяемых наблюдательных станций, показаны их недостатки и сформулированы основные рекомендации по их проектированию с учётом выявленных особенностей распределения движений на эскалаторных тоннелях. Здесь приведены результаты сбора и анализа данных натурных маркшейдерских наблюдений на нескольких эскалаторных тоннелях, пройденных с замораживанием, произведен анализ мурд движения в рамках использования метода типовых кривых для станций замораживания и периода естественного оттаивания горных пород.

В третьей главе автором приведено обоснование применения математического моделирования методом конечных элементов, описаны особенности моделирования эффектов замораживания-оттаивания пород и

проходки эскалаторных тоннелей, предложен и обоснован упрощенный подход для моделирования активной и пассивной стадий замораживания.

В четвертой главе описаны методы моделирования и верификации моделей, приведены результаты моделирования и их обобщения для периода естественного оттаивания горных пород. Показан и проанализирован учет накопленных массивом деформаций в период активной и пассивной стадий замораживания.

В пятой главе на основе комплексного использования натуральных данных маркшейдерских наблюдений и математического моделирования предложена и обоснована прогнозная методика для расчета смещений и деформаций при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания.

В заключении диссертационной работы приведены основные результаты и выводы, показаны качественные и количественные показатели достоверности предложенной прогнозной оценки смещений при строительстве эскалаторных тоннелей.

Диссертация написана грамотным техническим языком с использованием современной научной терминологии, имеет последовательную, логическую структуру. Главы и разделы диссертации согласованы между собой. В тексте имеются необходимые ссылки на используемые литературные источники, рисунки, формулы и таблицы. Список литературы содержит достаточное количество отечественных и зарубежных источников.

Замечания и рекомендации по диссертационной работе

1 Аналитическое описание типового распределения оседаний в главных сечениях мульты смещения выполняется на основе функции П.С. Бака. Выбор данной функции следовало обосновать. Возможно, что при использовании других функций удалось бы достичь лучшего соответствия натурным данным.

2 В рассматриваемой работе численные расчеты напряженно-деформированного состояния массива с учетом процессов замораживания и оттаивания используют послойные размеры ледопородного ограждения в качестве одного из главных входящих параметров. Параметры ледопородного цилиндра вычисляются по аналитическим зависимостям и имеют известную степень неопределенности как в силу естественной изменчивости свойств грунтов, так и вследствие невозможности полного аналитического описания сложных теплофизических процессов. Следовало выполнить оценку влияния параметров ледопородного ограждения на расчетные деформации массива (анализ чувствительности).

Указанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Диссертация Мухомовой Дианы Зинуровны на тему «Оценка смещений и деформаций пород с использованием методов математического моделирования при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания» является законченной работой, в которой рассмотрено и обосновано решение актуальной

научной задачи повышения достоверности прогноза смещений и деформаций горных пород при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и дает достаточную информацию о проведенных исследованиях и полученных результатах.

Диссертация «Оценка смещений и деформаций пород с использованием методов математического моделирования при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 Горнопромышленная и нефтегазопромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр, соответствует 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, а ее автор – Мукминова Диана Зинуровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр.

Официальный оппонент.

Профессор кафедры маркшейдерского дела,
геодезии и геоинформационных систем
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
доктор технических наук,
Тел. +7(342) 2198424
e-mail: geotech@pstu.ac.ru
6 сентября 2021 г.

Ашихмин Сергей Геннадьевич

Подпись Ашихмина

Ученый секретарь



В.И.Макаревич

614990, г. Пермь.

Комсомольский пр., д. 29

тел: (342) 2198-424, e-mail: geotech@pstu.ac.ru