

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе,
докт. техн. наук, проф.

Михаил Сергеевич Воротилин

« 29 » мая 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» на диссертационную работу Насибуллина Рамиля Раильевича «Закономерности деформирования грунтового массива и подрабатываемых железнодорожных путей при проходке тоннелей с помощью ТПМК», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Актуальность темы диссертации

В условиях увеличения объемов строительства и возрастания ответственности за безопасность функционирования транспортной инфраструктуры исследование воздействия строительства тоннелей на основание транспортных сооружений становится всё более актуальным.

Актуальность темы диссертационного исследования связана с разработкой методики контроля, которая позволяет осуществлять строительство тоннелей метрополитена под действующими железнодорожными путями, с использованием тоннелепроходческого механизированного комплекса, минимизируя воздействие на напряженно-деформированное состояние грунтового массива. Данный подход способствует решению проблемы возникновения избыточных деформаций существующих железнодорожных путей, которые могут привести к возникновению аварийных ситуаций.

Структура и основное содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 164 источника и 2 приложений, содержит 46 рисунков и 2 таблицы.

Во введении автором обоснована актуальность работы, сформулированы цель и идея исследования, а также основные научные положения, новизна и практическая значимость результатов исследования.

В первой главе проанализировано современное состояние проблем, связанных с прогнозированием и контролем деформаций грунтового массива при проходке тоннелей метрополитенов. Рассмотрены основные типы аварий, методы контроля, применяемые для их предотвращения, а также факторы, влияющие на точность прогноза. Дана оценка текущего уровня исследований в области воздействия тоннелепроходческого механизированного комплекса на грунтовый массив. На основе проведённого анализа сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Вторая глава посвящена регистрации полевых измерений на участках со сложными горно-технологическими условиями, связанными проходкой тоннелей метрополитена под системой эксплуатируемых железнодорожных путей. Эта ситуация потребовала проведения геотехнического мониторинга, включающего многоцикловые измерения с помощью инклинометрических скважин, и геодезический мониторинг. Обработка полученных данных позволила выявить закономерности в изменении напряжённо-деформированного состояния породного массива, что стало основой научных выводов.

Третья глава посвящена созданию и валидации конечно-элементных моделей для анализа сложной горно-технологической ситуации. Исследования проводились как на моделях с параметрами, соответствующими специфике участков, где были получены натурные данные, так и на более обобщённых моделях, состоящих из одного слоя. В процессе работы учитывались такие параметры, как физико-механические свойства грунтов, геометрия тоннелей и особенности воздействия окружающих объектов. Валидация моделей проводилась путём сравнения их результатов с результатами натурных измерений, полученных в ходе геотехнического мониторинга. В результате проведённых исследований удалось достичь удовлетворительной сходимости между расчетными данными, полученными с помощью конечно-элементных моделей, и реальными результатами полевых измерений, что подтверждает правильность выбранной методологии с использованием численных моделей для оценки деформационных процессов.

Четвёртая глава исследует реакцию конечно-элементных моделей на изменения параметров. Работы проводились в трёх направлениях. Первое направление включало анализ влияния параметров модели на эффект двух максимумов скоростей горизонтальных деформаций, выявленный в натурных исследованиях. Для этого проводились расчёты с варьированием размеров модели, слоёв пород, глубины ТПМК, диаметра тоннеля, физико-механических свойств пород и давления тампонажного раствора. Второе направление касалось воздействия проходки тоннеля на железнодорожные пути. В модель, валидированную по натурным данным, были добавлены стадии расчёта с учётом

перемещений забоя, что позволило выявить дополнительные особенности поведения грунтового массива, несмотря на увеличение времени расчёта. Третье направление включало анализ изменений параметров моделей и совместный анализ натурных данных с эмпирическими данными из публикаций других исследователей, что позволило вычислить скорости деформаций.

В заключении соискателем Насибуллиным Р.Р. приводятся основные научные результаты и выводы работы.

В приложении представлены методические рекомендации по контролю воздействия проходки тоннелей метро с помощью ТПМК на грунтовое основание железнодорожных путей по результатам инклинометрических измерений, разработанные автором и справка об использовании результатов диссертационной работы соискателя в ООО «СпецСтройЭксперт».

Научная новизна работы

Полученные диссертантом Насибуллиным Р.Р. в ходе выполнения исследований результаты обладают научной новизной и имеет важное практическое значение.

Впервые установлены закономерности, связанные с возникновением неравномерных вертикальных осадок на железнодорожных путях при проходке под ними тоннелей с помощью ТПМК. Показано, что удалённые от забоя рельсы подвергаются большим осадкам по сравнению с приближенными.

Впервые установлено, что пластические деформации в породном массиве вблизи железнодорожного путепод воздействием проходки под ними тоннеля с помощью ТПМК распределяются несимметрично относительно оси этих путей. Эта особенность объясняет разницу в величине осадок различных частей железнодорожного полотна, описанную выше.

Выявлена новая закономерность динамики горизонтальных деформаций грунтового массива, которая выражается в появлении двух временных максимумов абсолютных значений скоростей деформаций. Промежуток между этими максимумами сопровождается минимальным уровнем скоростей деформаций.

Также автором предложен новый показатель – соотношение между вторым и первым максимумами скоростей горизонтальных деформаций (V_2/V_1). Установлено, что высокий уровень этого показателя свидетельствует о повышенных деформациях в массиве, способных повышать вероятность аварийных ситуаций. Напротив, снижение данного соотношения сигнализирует о нормализации напряженно-деформированного состояния массива пород.

Поскольку результаты моделирования показали, что основным фактором, влияющим на образование двух временных максимумов горизонтальных деформаций, является давление нагнетания тампонажного раствора,

соотношение V_2/V_1 может быть использовано для минимизации рисков чрезмерных деформаций путём корректировки давления тампонажного раствора.

Совокупность выявленных закономерностей и новых механизмов взаимодействия массива пород и тоннелепроходческих комплексов позволяет предложить эффективные инструменты контроля и профилактики аварийных ситуаций при строительстве тоннелей под железнодорожными путями. Введение данных методик обеспечит более надежное и безопасное сооружение подземных транспортных магистралей в условиях плотной городской застройки.

Практическая значимость работы и рекомендации по использованию результатов

Практическую значимость диссертации определяет то, что проведенные исследования позволили автору разработать «Методические рекомендации по геомеханическому обеспечению безаварийной эксплуатации железнодорожных путей в процессе ведения строительства тоннелей с помощью ТПМК», переданные в ООО «СпецСтройЭксперт» для практического использования.

Выявленные в исследованиях закономерности, а также разработанная на их основе методика могут быть рекомендованы для практического использования в организациях занимающихся геомеханическим и геотехническим мониторингом воздействия на массив пород проходки тоннелей метрополитенов под действующими железнодорожными путями с использованием ТПМК (АО «Мосинжпроект», ООО "НИЦ Тоннельной Ассоциации", ООО «СпецСтройЭксперт»).

Обоснованность и достоверность научных положений

Обоснованность и достоверность научных положений автора основаны на: соответствии результатов исследования законам геомеханики и общей физики; использовании высокоточных средств измерений и проверенных методов расчёта конечно-элементных моделей; хорошей сходимости результатов натурных измерений и расчётов.

Оценка содержания диссертации, ее завершённость в целом, оформление

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, ее содержание соответствует поставленным задачам и целям исследования. Результаты, представленные в диссертационной работе, имеют важное научно-практическое значение для решения задач, связанных с геомеханическим контролем и оценкой влияния строительства тоннелей метрополитена на основание железнодорожных путей.

Содержание автореферата в полном объеме соответствует структуре и содержанию диссертации. Диссертация и автореферат написаны грамотным языком, в автореферате в достаточной степени отражены представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации.

По теме диссертации опубликованы 4 научные работы, в числе которых 2 в журналах, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России. Опубликованные работы достаточно полно отображают содержание диссертации.

Замечания и вопросы по работе:

1. При построении математической модели поведения грунта использована идеально-пластическая модель Мора-Кулона. Проводилось ли сравнение результатов моделирования при использовании других моделей грунта?

2. Возможно ли разработанную автором методику контроля применить при прокладке инженерных коммуникаций с помощью микротоннелирования под существующими железнодорожными путями?

Заключение

Диссертационная работа на тему «Закономерности деформирования грунтового массива и подрабатываемых железнодорожных путей при проходке тоннелей с помощью ТПМК» по своей актуальности, научной и практической значимости, обоснованности и достоверности основных результатов полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС».

Автор диссертационной работы – Насибуллин Рамиль Раильевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидат технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Насибуллина Рамиля Раильевича заслушан на кафедре механики материалов и геотехнологий Тульского государственного университета, протокол №11 от 20.05.2025 г.

Заведующий кафедрой
механики материалов и
геотехнологий,
д.т.н., доц.



Сергей Владимирович Анциферов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет»

Адрес: 300012, г.Тула, пр.Ленина, д.92

Телефон: +7 4872 35-81-81

Адрес электронной почты: info@tsu.tula.ru