

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ОАО НИПИИ «Ленметрогаипротранс»



к.т.н. Маслак В.А.

2021 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертацию Мукминовой Дианы Зинуровны 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 нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Структура и объем диссертационной работы

Представленная диссертационная работа состоит из введения, пяти глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы из 101 наименования и 3 приложения. Материалы исследования изложены на 155 страницах, содержат 88 рисунков и 12 таблиц.

1. Актуальность работы

Одним из важнейших элементов подземной транспортной инфраструктуры современных мегаполисов является метрополитен. В условиях его глубокого заложения для связи станций с поверхностью в основном используют эскалаторные тоннели, в которых размещают до 4-х эскалаторных комплексов, осуществляющих доставку пассажиров. Данная выработка характеризуется большим поперечным сечением (диаметр тоннеля 8.5÷10.5 метров), незначительной длиной (до 100÷120 метров), существенным наклоном её оси (стандартный угол наклона 30°) и сложными горно-геологическими условиями проходки.

Инженерно-геологические условия верхней (как правило, четвертичной) толщи пород оцениваются как крайне неблагоприятные, по причине отсутствия

ВХ. № 261-9 от 10.09.21

слабых, неустойчивых пород и наличия водоносных горизонтов (иногда сразу нескольких). Для обеспечения устойчивости пород при ведении горнопроходческих работ, исключения возможностей вывалов и обрушений, ликвидации значительных водопритоков, а также снижения деформаций породного массива и оседаний земной поверхности применяют специальные способы. При строительстве эскалаторных тоннелей в таких условиях в основном предусматривается создание временного ледогрунтового ограждения. На долю этого традиционного и отработанного способа проходки приходится более половины проектируемых эскалаторных тоннелей.

С точки зрения оценки геомеханического состояния породного массива вокруг тоннеля, при использовании данной технологии проходки, необходимо рассматривать как важнейший фактор – фактор влияния замораживания. Выполняя свою основную функцию – обеспечения устойчивости пород и снижения водопритоков, оно, вместе с тем, само по себе существенно влияет и на деформационное состояние породного массива, особенно в условиях изменения режимов замораживания. Именно эти процессы наименее изучены и требуют дальнейшего исследования, поэтому выбранная соискателем тема является актуальной.

2. Содержание и научная новизна работы

Диссертация имеет четкую логическую структуру, обусловленную поставленным заданием. Во введении сформулирована актуальность научной работы, определены цели и задачи, приведены защищаемые положения, изложены научная и практическая новизна. В первой главе рассмотрено состояние изученности проблемы оценки влияния процесса сдвижения при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания. Вторая глава полностью посвящена натурным исследованиям, как в период нарастания ледопородного ограждения, так и в период естественного оттаивания. Автором указано отсутствие наблюдений в период нарастания ледопородного ограждения в типовых наблюдениях и выявлены недостатки наблюдательных станций в период естественного оттаивания горных пород. По этой причине до начала горнопроходческих работ была заложена специальная наблюдательная станция

для эскалаторного тоннеля станции метро «Казаковская» и произведен комплекс мониторинговых наблюдений на поверхности. В рамках метода типовых кривых произведен анализ данных наблюдений по оседаниям, здесь применена предложенная Н.С.Баком показательно-степенная функция. В третьей главе приведено обоснование применения математического моделирования методом конечных элементов, реализованного в программном комплексе Plaxis 3D, описаны особенности моделирования эскалаторных тоннелей и искусственного замораживания грунтов. Автором предложен упрощенный подход для моделирования активной и пассивной стадии замораживания. Четвертая глава посвящена моделированию геомеханических процессов в период естественного оттаивания горных пород. Моделирование учитывало накопленные в период нарастания ледопородного ограждения деформации для всех рассмотренных в диссертационной работе эскалаторных тоннелей по предложенной упрощенной методике и поэтапное оттаивание горных пород. Как в третьей, так и в четвертой главе описаны закономерности развития деформационных процессов в период активной и пассивной стадии замораживания, в период естественного оттаивания горных пород. На основе полученных результатов моделирования и анализа натуральных данных маркшейдерских наблюдений в пятой главе автором предлагается инженерная методика расчета прогнозных сдвижений при строительстве эскалаторных тоннелей для инженерно-геологических условий города Санкт-Петербург и приведена апробация расчетной методики с данными натуральных наблюдений, приведены рекомендации для проектирования наблюдательных станций.

Научная новизна работы заключается в оценке и учёте в расчётах стадии нарастания ледопородного ограждения. Деформации, накопленные в этот технологический период, оказывают весьма существенное влияние на породный массив и земную поверхность, но в традиционной практике прогнозной оценки не рассматриваются. Новым можно считать и подход при котором деформации в период естественного оттаивания (в период строительства стационарного комплекса, но и после ввода объекта в эксплуатацию) ставятся в соответствие с уровнем деформаций достигнутых на стадиях замораживания, что дает ряд

преимуществ в сравнении с существующими на сегодняшний момент прогнозными методами расчета. Здесь также можно отметить оценку влияния пассивной стадии замораживая и естественного оттаивания на обделку эскалаторных тоннелей, которая претерпевает в эти периоды значительные деформации, угрожающие нарушением геометрии смонтированных и эксплуатируемых эскалаторных подъемных комплексов и даже целостности и герметичности основной обделки тоннелей.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечивается достаточно проработкой известных теоретических исследований процессов заморозки грунтов, высокими показателями сходимости данных натурных маркшейдерских наблюдений и результатов моделирования методом конечных элементов. Автором произведен сбор, обработка и анализ данных натурных исследований для эскалаторных тоннелей, пройденных при помощи замораживания грунтов, в программном комплексе Plaxis 3D построено более 200 моделей и по ним выявлены и обобщены закономерности развития геомеханических процессов, что позволило составить инженерную методику расчета прогнозных сдвижений.

4. Значимость результатов

Специфика данного исследования определяет его очевидную прикладную значимость. Результаты диссертационной работы позволяют осуществлять достоверную прогнозную оценку эффектов пучений в период нарастания ледопородного ограждения в условиях развития наиболее опасных деформаций растяжения над осью тоннеля, многократно превышающих критические. Такой прогноз ориентирован на обеспечение безопасности подрабатываемых зданий и сооружений при проектировании и строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания.

Предложенные автором рекомендации по проектированию наблюдательных станций и мониторинга деформаций за наблюдениями

сдвижений и деформаций на земной поверхности позволит обеспечить проектирование оптимальных систем наблюдений за деформациями.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Диссертационная работа Мукминовой Дианы Зинуровны имеет отчётливую практическую направленность и создает условия для совершенствования методов проектирования эскалаторных тоннелей, контроля и оптимизации рисков, связанных с применением технологии замораживания.

Прогнозные разработки и рекомендации по наблюдательным станциям могут быть использованы строительными и специализированными организациями, такими как ОАО «Метрострой» и ООО «ГИРО». Результаты исследования в части прогнозирования сдвижений, особенно для активной и пассивной стадий замораживания, можно рекомендовать к использованию в организациях обеспечивающих проектирование подземных станционных комплексов метрополитена, таких как ОАО «Ленметрогипротранс» и АО «Метрогипротранс».

6. Замечания и пожелания по работе:

Несмотря на высокую степень проработанности диссертационного исследования, необходимо отметить ряд вопросов и замечаний:

1. Приведенные рекомендации по организации мониторинга деформаций за сдвигами на земной поверхности нацелены на проектирование наблюдательной станции, но ничего не сказано о периодичности наблюдений. Автором указано, что для специально организованной и заложенной станции для эскалаторного тоннеля станции метро «Казаковская» наблюдения производились один раз в месяц, достаточно ли такое количество серий измерений для деформаций, которые кратно превышают критические значения.
2. В главе 2 п.2.2.1 сказано, что пучение пород на момент окончания активной стадии замораживания по данным мониторинга, на станции метро «Казаковская», составило 98 см, а по графику на рис.2.4 на этом этапе не более 100 мм. При моделировании оседания поверхности в процессе оттаивания в

главе 4, результатов мониторинга по станции «Казаковская» не приводится, сопоставление результатов моделирования выполняется с данными мониторинга на других станциях. В то же время в работе имеются данные по вертикальным смещениям щельги свода обделки станции «Казаковская» при оттаивании массива. Такая выборочность результатов мониторинга не ясна.

2. В результате математического моделирования методом конечных элементов, было выявлено существенное влияние на обделку эскалаторного в период пассивной стадии замораживания и естественного оттаивания, однако сделанный анализ в Главе 3 п.3.5 и Главе 4 п.4.3. слишком поверхностный, автору в дальнейших исследованиях рекомендуется сделать более подробный анализ.

3. Первый из сформулированных основных выводов: *«Строительство метрополитенов вынужденная мера для мегаполиса. При глубоком заложении линий метрополитена самой сложной с точки зрения возникновения деформаций является эскалаторный тоннель, сооружаемый по технологии замораживания»*, не имеет соответствующего обзора в работе, чтобы такой вывод сделать.

7. Заключение

Указанные замечания в целом не снижают общей положительной оценки и значимости выполненных исследований. Диссертационная работа Д.З. Мукминовой представляет собой законченную научно-квалификационную работу на сложную и актуальную тему. Материал диссертационной работы изложен технически грамотным языком, разделы работы взаимосвязаны и последовательны.

Основные положения диссертационного исследования были представлены на 4-х научно практических всероссийских и международных конференциях, основные результаты работы в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в двух статьях — в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней (далее – Перечень ВАК), в двух статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus, имеется 1 патент.

Диссертация «Оценка сдвижений 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 нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр, 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.

Мукминова Диана Зинуровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Мукминовой Дианы Зинуровны на тему «Оценка сдвижений и деформаций горных пород с использованием методов математического моделирования при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания» обсужден и утвержден на заседании научно-исследовательского отдела ОАО «Ленметрогипротранс» протокол №19/08 от 19 августа 2021 года.

Заместитель генерального директора
по научно-исследовательской работе,
кандидат технических наук



Лебедев Михаил Олегович

Сведения о ведущей организации:

ОАО НИПИИ "Ленметрогипротранс"

Почтовый адрес: 191002, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Московская, дом 2

Официальный сайт: <https://www.lmgt.ru/>

e-mail: mail@lmgt.ru

Тел.: +7 (812) 316-20-22