

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»



Маслак В.А.

31.08

2020 г.

ведущей организации на диссертацию Иовлева Григория Алексеевича на тему: «Прогноз устойчивости подземных сооружений в физически нелинейных грунтовых массивах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

1. Актуальность работы

Развитие городской инфраструктуры, связанное с освоением подземного пространства, предполагает строительство большепролетных выработок станций, пересадочных узлов метрополитенов, перегонных тоннелей и других сооружений. Широкое использование щитовых проходческих комплексов, технологий, применяющих опережающее крепление и современные средства мониторинга, позволяют в большей степени решать задачи, связанные с обеспечением устойчивости породных обнажений. В ряде случаев, когда строительство подземных сооружений осуществляется вручную, без применения, обеспечивающих устойчивость породных обнажений проходческих щитов или опережающего крепления, особенно при усложнении условий строительства негативными горно-геологическими факторами вопросы прогноза устойчивости породных обнажений и разработка мероприятий по их поддержанию становятся актуальными.

Диссидент определил область исследования – геомеханические процессы в грунтовых массивах, обладающих ярко выраженным нелинейным деформированием при их вскрытии горной выработкой. Нелинейно деформируемые грунтовые массивы рассмотрены на примере Санкт-

213-9
02.09.20

Петербургских протерозойских глин, а постановка решаемых задач характерна для условий строительства метрополитенов.

Важность решения поставленных задач, связанных с прогнозом устойчивости подземных сооружений в физически нелинейных грунтовых массивах объясняется тем, что процессы, связанные с пластическим деформированием грунтов, носят сложно прогнозируемый характер, а способность их грамотного описания позволит уменьшить просадки земной поверхности и уменьшить влияние на существующую застройку.

Таким образом, можно считать, что в диссертационной работе Иовлева Г.А. правомерно определена актуальная цель, заключающаяся в обеспечении устойчивости подземных сооружений, сооружаемых в нелинейно-деформируемых грунтовых массивах.

2. Научные положения

2.1. Использование коммерческих программных комплексов, базирующихся на методе конечных элементов является основным инструментом исследований диссертанта. В таких программах заложена обширная база моделей поведения сред, в том числе и описывающих нелинейное поведение. Исходя из подобного подхода к решению поставленных задач обосновывается первое защищаемое положение, заключающееся в исследовании возможности использования упруго-пластических моделей с упрочнением для описания нелинейного характера деформирования протерозойских глин и разработке методики получения входных параметров моделей и их верификации.

2.2. Исследование проводится в условиях плоской и объёмной постановок задач на примере устройства выработки кругового сечения, геометрические характеристики которой приближены к типичным условиям строительства перегонных тоннелей в г. Санкт-Петербург. Исходя из полученных результатов Иовлев Г.А. установил и обосновал второе защищаемое положение, заключающееся в выделении факторов, оказывающих наибольшее влияние на устойчивость подземного сооружения. К таким факторам автор отнёс: нелинейное деформирование грунтового массива, степень начального

уплотнения грунта, мощность глинистой потолочины и упрочнение при девиаторном нагружении.

2.3. Пространственная постановка задачи также позволила провести исследование устойчивости лба проходческого забоя. При этом моделировалась технология вскрытия сечения уступным способом. Полученные данные позволили выделить важный при прогнозировании устойчивости подземных сооружений численными методами момент – применение упруго-пластической модели с критерием прочности Кулона-Мора завышает основные параметры НДС и не позволяет качественно описывать протекающие в окрестности лба забоя геомеханические процессы, ввиду чего необходимо использовать упруго-пластические модели с упрочнением.

3. Методы исследований

Для решения поставленных в диссертационной работе задач применяется комплексный подход, заключающийся в анализе исследований процесса пластического деформирования геоматериалов и их применения для прогноза устойчивости подземных сооружений; проведении виртуальных экспериментов и обосновании использованной геомеханической модели поведения среды; многовариантном численном конечно-элементном моделировании геомеханических процессов в окрестности выработки круговой формы, пройденной в физически нелинейном грутовом массиве и разработке методов прогноза устойчивости породных обнажений.

4. Научное значение работы и новизна

Научное значение и новизна диссертационной работы состоит получении основных параметров напряженно-деформируемого состояния в окрестности выработки круговой формы, при учёте нелинейной деформируемости грутовых массивов; в исследовании природы формирования и изменения зон предельных состояний и зон упрочнения; исследовании степени влияния учитываемого переуплотнения и величины глинистой потолочины на устойчивость подземного сооружения.

5. Практическое значение работы

5.1. С целью исключения формирующихся впереди лба проходческого забоя зон предельных состояний и отслоившихся пород разработаны рекомендации для определения параметров жесткости временного крепления, также учитывалась технология проходки тоннеля уступным способом.

5.2. Разработан метод построения геомеханической численной модели в условиях плоской и пространственной постановки, учитывающий нелинейную деформируемость среды и позволяющий оценивать устойчивость по полученным смещениям контура породного обнажения и распределению коэффициентов концентрации напряжений в окрестности выработки.

6. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Представленные в работе результаты моделирования в виде таблиц, эпюров и графиков с описанием методики численных экспериментов в достаточной степени доказывают обоснованность сделанных выводов о значительном влиянии учтённого нелинейного деформирования грунтовых массивов и прочих выделенных факторов на основные параметры НДС и на формируемые зоны предельных состояний и упрочнения в окрестности подземного сооружения.

Таким образом, качественная сходимость с известными аналитическими и численными решениями при схожих условиях рассмотренных задач; удовлетворительная сходимость полученных в лабораторных испытаниях кривых деформирования с результатами виртуальных экспериментов; применение методов механики сплошных сред и методов сравнительного и математического анализа при выполнении геомеханических расчётов численными методами конечных элементов; а также проведение научно-аналитического обзора работ научной литературы, связанной с прогнозом устойчивости подземных сооружений, в том числе при учтённой физической нелинейности грунтовых массивов обеспечивают обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы.

7. В качестве замечаний следует отметить:

7.1 В названии работы указано, что разрабатывается «прогноз устойчивости подземных сооружений...». При этом рассматривается выработка только с одним геометрическим размером, радиус которой в автореферате составляет 7 метров, а в диссертационной работе это диаметр 7 метров или 8 (стр. 115) метров. Рекомендаций по адаптации методики к другим геометрическим размерам тоннелей нет.

7.2 При подборе параметров модели упрочняющего грунта указано, что параметр нелинейности – m и коэффициент разрушения – R_f , принимаются по результатам серии виртуальных экспериментов. На странице 61 диссертационной работы коэффициент m определен по методике ZSoil и равен 0,52. Для принятых коэффициентов $R_f = 0,9$ и $m = 0,65$ обоснования не приведено.

7.3 В работе отсутствует графическое изображение, поясняющее геометрическое представление используемых терминов. Например «Расстояние от начала заходки до лба забоя», используемое на графиках. Заходка – это величина отставания от забоя до места возведения обделки. Как можно представить указанный термин, если на графиках он составляет десятки метров?

7.4 Вызывает сомнение принятие некоторых геометрических параметров обделки и обоснований результатов исследований. Так на стр. 127 толщина обделки («одного кольца») составляет 1 метр. Там же обоснование скачков напряжений в обделке на графиках обосновывается следующим образом: «Незакрепленный лоб тоннеля изгибается, в основном, спереди и в меньшей степени в районе уже смонтированной обделки, что и приводит к скачку в напряжениях». Как это?

7.5 По всему тексту диссертационной работы, применительно собственно к постоянной обделке, автором также регулярно применяется слово «крепь». Принимая во внимание, что «крепь» используется при рассмотрении параметров крепления лба забоя, возникает вопрос – а о чем идет речь? Необходимо четко использовать названия конструкций.

7.6 В работе использовано 4 модели грунтов, но при этом отсутствуют рекомендации в каких условиях и для определения каких параметров напряженно-деформированного состояния массива и обделки (крепи) нужно использовать ту или иную модель грунта.

8. Заключение по работе

В целом, сделанные замечания, в значительной степени, носят рекомендательный характер и не влияют на положительную оценку диссертационной работы; представленные в ней научные положения, выводы и рекомендации теоретически и экспериментально обоснованы, полученные результаты характеризуются научной новизной и имеют практическое значение.

Диссертация Иовлева Григория Алексеевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи по прогнозу устойчивости подземных сооружений в физически нелинейных грунтовых массивах. Диссертационная работа выполнена в объеме, достаточным для цельного изложения результатов выполненных исследований, написана технически грамотным литературным языком, проиллюстрирована табличным и графическим материалом.

Автореферат выполнен в требуемом объеме, при этом отражает содержание диссертации и полностью раскрывает научные положения, выносимые на защиту.

Основные научные результаты, полученные автором диссертации, достаточно полно отражены в 7 публикациях, в том числе в 3 публикациях в рецензируемых изданиях, рекомендованных Министерством науки и высшего образования Российской Федерации».

Диссертация «Прогноз устойчивости подземных сооружений в физически нелинейных грунтовых массивах», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика, полностью отвечает требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм.

Иовлев Григорий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Иовлева Григория Алексеевича обсужден и утвержден на заседании отдела по научно-исследовательской работе и утвержден на научно-техническом совете Открытого акционерного общества «Научно-исследовательский, проектно-изыскательский институт Ленметрогипротранс», протокол № 1 от 17 августа 2020 года.

Заместитель генерального
директора по НИР ОАО НИПИИ
«Ленметрогипротранс», к.т.н.

Лебедев Михаил Олегович

Председатель заседания

Захаров Георгий
Рафаэльевич

Секретарь заседания

Малебская Елена
Вячеславовна

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: lmgt@lenmetro.ru
Тел.: +7 (812) 316-20-22