Отзыв

официального оппонента, к.т.н., доцента Конькова Александра Николаевича 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

К наиболее негативным видам воздействия горных выработок на окружающий массив относят процессы сдвижения горных пород. Данная проблема актуальна и при транспортном подземном строительстве, которое на текущий момент интенсивно развивается в мегаполисах. Комплексное решение геомеханических задач по прогнозу устойчивости подземных сооружений и получения основных параметров напряженно-деформированного состояния массива способствует обеспечению безопасного освоения подземного пространства в городских условиях. В особенности это актуально для г. Санкт-Петербург с его многочисленными памятниками архитектуры.

Современные технологии строительства способны минимизировать негативное влияние от проходки. В то же время, часть транспортных выработок, в том числе большого сечения, по-прежнему разрабатываются вручную. Кроме того, известен ряд факторов, которые существенно влияют на формирующиеся в окрестности выработки геомеханические процессы. Одним из таких факторов является склонность вмещающих грунтов к пластическому деформированию.

Существующие на данный момент методы прогноза устойчивости подземных сооружений в большинстве случаев основаны на представлении о линейном характере деформирования окружающего массива и не учитывают его способность к пластическому деформированию. Кроме этого, способы расчёта, учитывающие подобную особенность деформирования вмещающих грунтов, практически не отражены в нормативных документах, связанных с оценкой негативного влияния сдвижений и деформаций грунтовых массивов.

В связи с этим проблема прогноза устойчивости подземных сооружений в физически нелинейных грунтовых массивах является весьма актуальной.

2. Научная новизна основных выводов и результатов работы

Рассматриваемая диссертация нацелена на разработку метода прогноза устойчивости подземных сооружений при учёте нелинейной деформируемости окружающего грунтового массива. Автор детально проанализировал способы описания механического поведения грунтов, обосновав возможность

№ 262-9
от 10.09.2020

использования модели упрочняющего грунта применительно к протерозойским глинам г. Санкт-Петербурга. Также была разработана и применена методика получения входных параметров модели, и на её основе проводилось подробное изучение геомеханических процессов в окрестности протяженной горизонтальной выработки кругового сечения в условиях как плоской, так и объёмной постановок задачи. В итоге были получены следующие, обладающие новизной результаты:

2.1. Разработан метод оценки устойчивости протяженной горизонтальной выработки кругового сечения, расположенной в физически нелинейном грунтовом массиве, на основании численного моделирования и сравнительного анализа.

2.2. Установлен ряд факторов, которые в значительной степени определяют развитие геомеханических процессов в грунтовых массивах и влияют на устойчивость выработки кругового сечения.

2.3. Получены закономерности изменения основных параметров НДС нелинейно деформируемого грунтовых массивов, размеры и формы зон предельных состояний и накопленных пластических деформаций в результате процесса упрочнения.

2.4. Многовариантное численное моделирование позволило установить, значительное влияние мощности глинистой потолочины и учитываемого переуплотнения на протекающие в окрестности тоннеля геомеханические процессы при учёте нелинейного деформирования грунтового массива.

2.5. При пространственной постановке задачи разработаны рекомендации к определению жесткости временного крепления, при котором исключаются снижающие устойчивость процессы формирования зоны предельных состояний.

3. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации работы в достаточной степени обоснованы. Автором детально проанализированы математические и теоретические основы процесса пластического деформирования, что подтверждает обоснованность проведенного анализа и полученных выводов.

Решение задач, поставленных диссертантом, основано на комплексном использовании натурных данных и математическом моделировании методом конечных элементов. При этом применялись широко известные и апробированные программные комплексы, а упрощенная постановка рассмотренных задач позволила ограничить исследование только выделенными факторами и определить степень их влияния.

Первое защищаемое научное положение обосновывается подбором геомеханической модели, её параметров по данным лабораторных испытаний на образцах протерозойской глины, при этом входные параметры модели верифицировались и калибровались. Первое защищаемое научное положение не вызывает возражений.

Второе и третье защищаемые научные положения в основном обоснованы результатами многовариантного математического моделирования и сравнительного анализа и в целом тоже не вызывают возражений.

Таким образом, достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается значительным количеством созданных автором моделей и проанализированных натурных данных, использованием в расчётах известных методов и геомеханических моделей грунтов, сходимостью виртуального эксперимента с кривыми деформирования реальных лабораторных испытаний на образцах протерозойской глины и качественной сходимостью с признанными аналитическими методиками и результатами численного моделирования.

4. Практическое значение работы

В работе обоснованы теоретические и математические подходы для описания наиболее приближенного к практике нелинейно-деформируемого характера поведения грунтовых массивов под нагрузкой.

Разработан численный алгоритм, позволяющий получить представление о протекающих в окрестности выработки геомеханических процессах, основных параметрах НДС. Описан алгоритм моделирования и общий итерационный процесс при непосредственном решении задач конечно элементным методом.

В результате, на основе разработанного вычислительного комплекса получено решение приближенной к практике строительства транспортных тоннелей задачи по прогнозу устойчивости протяженной горизонтальной выработки.

Для случая проходки выработки большого сечения уступным способом предложенная автором методика позволяет определять размер зон предельных состояний и объем отслоившихся впереди лба проходческого забоя пород, на основании чего возможно подбирать параметры временного крепления. Полученные таким образом рекомендации, безусловно, представляют практический интерес.

Предложенные в работе расчетные методики позволяют выполнять достоверную оценку устойчивости подземных сооружений на примере горизонтальной выработки кругового сечения. Разработанная диссертантом методика позволяет оценивать устойчивость из совокупности представлений о формирующихся в окрестности выработки зон предельных состояний, распределения коэффициентов концентрации напряжений, смещений контура породного обнажения, что также имеет практическую значимость.

7. В качестве замечаний следует отметить:

7.1. В разделе 1.3 на стр.18 из рассмотрения моделей поверхностей текучести исключается модель Друкера-Прагера как применимая исключительно к описанию поведения металлов, что не является корректным утверждением. Например, программный комплекс Midas/Civil 7.4.0 с учетом упругопластических свойств грунтов на основе теории Друкера-Прагера дает

вполне корректные результаты при решении задач напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов.

7.2. На стр. 57 указано, что коэффициент OCR, с помощью которого в дальнейшем моделировалось начальное переуплотненное состояние глин принимает диапазон от 14 до 18, со ссылкой на отчёт лабораторных испытаний. С учётом того, что увеличение данного коэффициента значительно снижает прогнозную оценку смещений контура породного обнажения (рисунок 3.10) имело бы смысл более широко осветить способ определения принятого диапазона.

7.3. В разделе 3.1. на страницах 72..73 приводится моделируемое геологическое строение массива, при этом в качестве второго слоя (2 РГЭ) указаны нижнекембрийские глины и песчаники, что не характерно для типового разреза основной территории Санкт-Петербурга. Как правило, второй слой представлен ледниковыми отложениями, а именно суглинками, супесями полутвердой, тугопластичной консистенции с включением гальки и валунов. Поэтому величина эффективного сцепления, принятая в работе, является завышенной.

7.4. Ввиду того, что полученные по результатам численного моделирования величины смещений лба проходческого забоя не сопоставляются количественно с эмпирическими данными, пункт 3 заключения на странице 131 на данном этапе следует рассматривать как гипотезу, а не как доказанное и обоснованное в достаточное степени утверждение.

7.5. Диаметры исследуемых в диссертационной работе выработок и обделок (7,0 м и 8,0 м) не являются типовыми для перегонных и станционных сооружений Петербургского метрополитена. Для перегонных тоннелей диаметр обделок составляет 5,6..6,0 м, а для станционных 8,5 м, 9,5 м или 9,8 м. Учет реальных размеров тоннелей повысил бы практическую ценность работы.

8. Заключение по работе

Несмотря на отмеченные замечания, представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Сформулированные в диссертации выводы, научные положения и практические рекомендации можно признать новым решением задачи по разработке методов оценки устойчивости подземного сооружения, возводимого в физически нелинейном грунтовом массиве.

Диссертация написана грамотным научным языком, аккуратно оформлена в соответствии с установленными требованиями, изложение материала логично и последовательно. Содержание автореферата полностью раскрывает ключевые положения диссертационного исследования.

Имеющиеся замечания не носят принципиального характера и не снижают общую положительную оценку работы.

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 аэрогазодинамика и горная теплофизика, соответствует 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.

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

Официальный оппонент,
Доцент кафедры «Тоннели и метрополитены» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кандидат технических наук

Коньков Александр Николаевич

Я, Коньков Александр Николаевич, согласен на обработку персональных данных.

190031, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, ауд. 14-301.
Телефон: +7 (812) 315-40-74, e-mail: pgupstm@yandex.ru
08.09.2020

Подпись руки Конькова Александра Николаевича
удостоверяю.
Начальник Службы управления персоналом университета Г.Е. Егоров
«08» 09 2020 г.