

Отзыв

официального оппонента, д.т.н., профессора Саммаль Андрей Сергеевич 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 аэrogазодинамика и горная теплофизика

1. Актуальность работы

Успешное развитие инфраструктуры крупных мегаполисов, таких, как Москва и Санкт Петербург, связано с интенсивным освоением подземного пространства, в процессе которого повышается плотность размещения подземных объектов различного назначения, подземных парковок, торговых центров и пр. При этом проектирование и строительство новых подземных сооружений должно производиться с учетом накопленного опыта, и опираться на существующие экспериментальные данные, включающие результаты инженерно-геологических изысканий, а также исследований, связанных с изучением геомеханического состояния грунтовых массивов.

Проанализировав горно-технические условия, характерные для строительства различных подземных объектов метрополитена в Санкт Петербурге диссертант определил область исследования – учет особенностей нелинейного деформирования грунтов четвертичных отложений протерозойских кембрийских глин при проходке тоннеля горным способом. При этом основой и отправной точкой для решения поставленных научных задач послужил имеющийся обширный материал о физико-механических свойствах грунтов, который диссертант дополнил собственными исследованиями.

Следует отметить, что современные компьютерные программные комплексы реализующие, в основном, метод конечных элементов, открывают новые возможности для использования наиболее адекватных механических моделей и пространственных расчетных схем, что является особенно актуальным при моде-

лировании сложных механических процессов деформирования пород вблизи забоя выработки. Сложность предпринятого исследования состоит в том, что автор ставит и решает ряд новых интересных научных и технических задач, связанных с оценкой влияния особенностей нелинейного деформирования протерозойских кембрийских глин при проходке горных выработок на различных глубинах. При этом следует особо отметить большой объем исследований, связанных с обоснованием применяемых конечно-элементных моделей.

Важность решения поставленных задач обеспечения устойчивости грунтовых обнажений в призабойном пространстве, а также несущей способности сооружаемой крепи, объясняется и тем, что последствием негативных процессов разрушения и нарушения сплошности массива, как правило, являются значительные просадки земной поверхности, что в условиях плотной городской застройки Санкт Петербурга недопустимо.

Сказанное выше позволяет заключить, диссертационная работа Г. А. Иовлева, посвященная численному моделированию эволюции геомеханических процессов в нелинейно-деформируемом грунтовом массиве, вмещающем подземное сооружение, несомненно, выполнена на важную и актуальную тему.

2. Научная новизна основных выводов и результатов работы

Представленная на отзыв диссертация изложена на 161 страницах машино-писного текста и включает четыре главы (раздела), введение, заключение и два приложения, в первом из которых приводится расшифровка условных обозначений, позволяющая, по мнению автора, облегчить восприятие текста работы, а во втором - обзорные сведения о существующих критериях пластичности и компьютерный код, используемый в программном комплексе Matlab, позволяющий реализовать графическое представление теории прочности Кулона-Мора с применением критерия Матсуоки-Накай. Список использованной литературы состоит из 192 наименований, из которых больше половины - публикации иностранных авторов.

Несомненный практический интерес представляют приведенные в первой главе диссертации сведения о горно-геологических условиях, в которых сооружается основная часть подземных объектов в г. Санкт-Петербурге и анализ результатов лабораторных исследований механического поведения протерозойских глин при различных режимах нагружения, которые последовательно сопоставляются с кривыми деформирования, полученными с применением нелинейной геомеханической модели упрочняющегося грунта.

Использованный экспериментально – аналитический подход и полученная удовлетворительная сходимость получаемых лабораторных и теоретических результатов позволили автору обосновать первое защищаемое научное положение, и на следующем этапе исследований разработать адекватное параметрическое обеспечение задач компьютерного моделирования.

Дальнейшие исследования в работе базируются на результатах, полученных на основе решения ряда задач с применением метода конечно-дискретных элементов, реализуемого программой Plaxis. Следует отметить, что решению поставленных в ходе исследований задач, связанных с оценкой влияния различных факторов на нелинейное деформирование грунтовых массивов, предшествовал комплекс модельных апробаций, выполненных при рассмотрении широкого диапазона горнотехнических условий и соответствующей вариации входных параметров конечно-элементных моделей. О значительном объеме выполненных работ свидетельствует тот факт, что автором было создано более порядка 60 моделей в условиях плоской постановки и 70 моделей - в пространственной постановке. При этом, как указывает автор, расчёт каждой объёмной модели занимал порядка 5 часов.

В результате диссертант разработал обоснованный и эффективный метод оценки напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов в окрестности круговых выработок, сооружаемых в физически нелинейных грунтах, к которым относятся протерозойские глины. В ходе исследований автор на основе сравнительного анализа результатов многовариантного моделирования выделил

ряд факторов, которые оказывают существенное влияние на протекающие в окружающем выработку горном массиве геомеханические процессы. К ним отнесены - степень естественной уплотненности грунтов, упрочнение под влиянием девиаторных напряжений, мощность глинистой потолочины. Полученные при этом результаты и выводы, обладающие научной новизной, сформулированы во втором защищаемом положении.

Анализ результатов выполненных исследований, основанных на решениях модельных задач в пространственной постановке позволил автору установить, что применение упруго-пластической модели с критерием прочности Кулона-Мора при описании поведения нелинейно деформируемых грунтов имеет ряд существенных недостатков и не позволяет осуществлять достоверный прогноз геомеханических процессов, протекающих в окрестности лба проходческого забоя.

Полученные при этом результаты и выводы сформулированы в третьем защищаемом положении, в котором автор утверждает, что учет формирующихся в окрестности подземного сооружения зон разрушения должен осуществляться с учетом пластических деформаций упрочнения.

3. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованию достоверности научных положений, выводов и рекомендаций в диссертационной работе уделяется особое внимание. С этой целью автор проанализировал значительный объем литературных источников, значительная часть которых представлена в иностранных изданиях. При этом следует отметить достаточно представительную выборку и тщательный анализ накопленного в инженерной практике экспериментального материала, связанного с описанием механического поведения протерозойских глин, на которых базируется выполненное исследование. Корректность предлагаемых методов прогнозной оценки устойчивости пород в окрестности выработки и несущей способности обделок подтверждается качественной сходимостью получаемых зависимостей распределения полу-

ченных коэффициентов концентрации напряжений в случаях применения линейной, а также упруго-пластической модели с критерием прочности Кулона-Мора с общепризнанными аналитическими и численными методами решения аналогичных задач геомеханики. Кроме этого достоверность результатов выполненного математического моделирования с учетом нелинейного деформирования грунтовых массивов в окрестности выработки автор обосновывает их качественным соответствии наблюдаемым на объектах строительства метрополитена в г. Санкт-Петербург зон разрушения грунтов в окрестности лба проходческого забоя.

В целом, достоверность и обоснованность результатов научных исследований автора сомнений не вызывает.

4. Практическая значимость полученных результатов исследований

Несмотря на то, что диссертационная работа Г. А. Иовлева носит выраженный теоретический характер, следует отметить ряд результатов, имеющих несомненную ценность для специалистов в области расчета и проектирования подземных сооружений. К таким результатам относятся:

- предложенный автором алгоритм построения геомеханических численных моделей горного массива, обладающего выраженными свойствами нелинейной деформируемости, применение которого позволяет проводить оценку устойчивости породных обнажений на основе анализа полученных расчетом смещений, распределения коэффициентов концентрации напряжений, а также по конфигурациям и размерам формирующихся в окрестности выработки зон пластических деформаций;
- разработанные рекомендации определения параметров жесткости временного крепления с учетом особенностей технологии проходки тоннеля уступным способом, которые позволяют исключить негативные геомеханические процессы в грунтовых массивах, связанные с образованием зон запредельных состояний впереди лба проходческого забоя;

- примеры реализации численной модели применительно к инженерно-геологическим условиям строительства транспортных перегонных тоннелей метрополитена в г. Санкт-Петербург с конкретными рекомендациями по выбору проектных решений в той или иной геотехнической ситуации.

5. Замечания и пожелания к диссертационной работе

Высоко оценивая, в целом, научный уровень выполненных исследований, в то же время следует отметить, что по тексту диссертации и автореферата имеется ряд замечаний.

1. В результате рассмотрения содержания работы и полученных в ходе выполненных исследований результатов складывается впечатление, что название работы сформулировано не совсем удачно, поскольку в геомеханике понятие устойчивости подземного сооружения не эквивалентно понятию устойчивости горного массива вокруг выработки, а понятие физической нелинейности грунтового массива трактуется гораздо шире, чем нелинейное деформирование грунта под нагрузкой.
2. При анализе экспериментальных данных о поведении протерозойских кембрийских глин под нагрузкой следовало более избирательно подойти к уровням напряжений, которые были реализованы в лабораторных образцах. Так, приведенные в 1 главе диссертации данные, соответствующие уровням напряжений в 10 МПа и даже 30 МПа, вряд ли стоило рассматривать, поскольку такие высокие напряжения соответствуют начальным (бытовым) напряжениям в горных массивах на больших глубинах, превышающих 300 метров.
3. Представляется, что в стремлении рассмотреть более широкий круг вопросов, связанных с темой диссертации, автор наряду со строгими научными положениями в ряде случаев применяет весьма приближенные инженерные подходы, которые не соответствуют общему высокому уровню исследований. Так, влияние весьма сложного и еще недостаточно изученного механизма деформирования переуплотненных кембрийских глин автор учитывает с помощью абстрактного ко-

эффидиента, значение которого не имеет строгого научного обоснования, а влияние временного крепления забоя выработки – некоторым равномерным давлением.

4. В качестве пожелания автору можно отметить, что геомеханика, как наука, в нашей стране имеет большие достижения благодаря трудам выдающихся ученых, в числе которых проф. А.Г.Протосеня, в связи с этим надо весьма избирательно использовать иностранные термины и формулировки, которые в подстрочном переводе являются не корректными по смыслу, но имеют устоявшиеся в русском языке совершенно правильные аналоги. Это замечание относится к использованию таких терминов, как, например, девиаторное напряжение, изотропное нагружение и пр.

Впрочем, сделанные замечания носят в значительной степени характер рекомендаций для дальнейших исследований.

6. Заключение

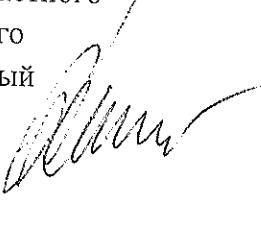
В заключение, наряду с научной новизной и практической значимостью выполненного Г.А. Иовлевым диссертационного исследования, следует отметить, что оно является законченной научно-квалификационной работой и содержит новые решения актуальных задач геомеханики, связанных с прогнозом устойчивости горных массивов, сложенных грунтами нелинейно деформирующими при сооружении выработки, в настоящее время имеющих важное значение для успешного освоения подземного пространства крупных мегаполисов и народного хозяйства в целом.

Работа выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне, изложение и стиль диссертационной работы отвечает общепринятым требованиям, предъявляемым к научным публикациям. Содержание автореферата в полной мере раскрывает основные положения диссертационного исследования.

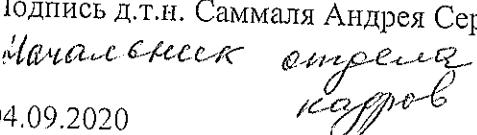
Основные научные результаты, полученные автором диссертации, достаточно полно отражены в 7 публикациях, в том числе в 3 публикациях в рецензируемых изданиях, рекомендованных Министерством науки и высшего образования Российской Федерации».

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., а ее автор - 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,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры механики материалов
института горного дела и строительства
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования Тульский государственный
университет

Саммаль Андрей Сергеевич

Тел.: (4872) 33-24-10
e-mail: sammal@mm.tsu.tula.ru
Дата: 04.09.2020

Подпись д.т.н. Саммали Андрея Сергеевича заверяю

04.09.2020
300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92
Институт горного дела и строительства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

