

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу докторанта кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений Карасева Максима Анатольевича,

выполненную на тему: «Прогноз геомеханических процессов в слоистых породных массивах при строительстве подземных сооружений сложной пространственной конфигурации в условиях плотной городской застройки», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

Основной особенностью строительства подземных сооружений в условиях плотной городской застройки на современном этапе развития является использование малоосадочных или сберегающих технологий их сооружения. Такой способ строительства позволяет предотвратить или снизить негативное влияние строительства подземных сооружений на здания и сооружения расположенные на поверхности земли и объекты городской инфраструктуры. Однако применение малоосадочных способов строительства предъявляет повышенные требования к достоверности прогноза деформаций породного массива и оседания земной поверхности. На деформации породного массива значимое влияние оказывает принятая технология строительства подземного сооружения, а также особенности деформирования окружающего его породного массива. Таким образом повышение достоверности прогноза деформаций породного массива при строительстве подземных сооружений может быть достигнуто за счет использования численных методов анализа, решения задач прогноза развития напряженно-деформированного в окрестности подземных сооружений в пространственной постановке и создание новых или модификация существующих моделей деформирования среды. Несмотря на то, что данными вопросами занимались многие исследователи, они все еще остаются не полностью изученными и остаются актуальными.

В диссертации М.А. Карасева представлены комплексные исследования направленные на повышения достоверности прогноза деформаций контура

подземного сооружения и оседания земной поверхности при его расположении в слоистой среде. Исследования включают разработку методологических основ прогноза развития геомеханических процессов при строительстве подземных сооружений глубокого заложения в слоистых средах, изучение механических свойств аргиллитоподобных глинистых пород, разработку численных моделей прогноза геомеханических процессов при строительстве подземных сооружений в твердых аргиллитоподобных глинистых породах, для которых характерным является анизотропия прочностных и деформационных свойств, разработка моделей поведения аргиллитоподобных глинистых пород, учитывающих естественную и сформировавшуюся в результате деформирования анизотропию механических свойств, разработку методики прогноза деформаций земной поверхности при строительстве подземных сооружений сложной пространственной конфигурации и апробацию методики прогноза деформаций земной поверхности на объектах подземного строительства Санкт-Петербургского метрополитена.

Предложенная автором работы методология прогноза геомеханических процессов в окрестности подземных сооружений заключается в учете пространственной их конфигурации. Численное моделирование прогноза геомеханических процессов в окрестности подземных сооружений выполняется на основании двухуровневого подхода, где деформации в окрестности подземных сооружений выполняются на основании локальных численных моделей, которые позволяют повысить детализацию моделирования последовательности их строительства и геометрических особенностей подземных сооружений, в то время как прогноз деформаций земной поверхности выполняется на основании глобальной численной модели, которая аккумулирует результаты расчета напряженно-деформированного состояния породного массива, полученного при строительстве каждого отдельного элемента рассматриваемого подземного сооружения. Между локальной и глобальной моделью формируется двухсторонняя связь, что позволяет учитывать изменение напряженно-деформированного

состояния породного массива, вызванного строительством одного из элементов подземного сооружения, на развитие деформаций в окрестности других элементов подземного сооружения. Выполненная апробация предложенного подхода позволяет говорить о корректности его применения для решения практических задач геомеханики подземного строительства.

В диссертации выполнен ряд лабораторных исследований механического поведения аргиллитоподобных глинистых пород, которые позволили установить взаимосвязь между их механическими свойствами и достигнутыми величинами напряжений и деформаций в широком диапазоне их изменения. В частности, получены зависимости изменения деформационных свойств от величины достигнутых деформаций. Установлена взаимосвязь между деформационными свойствами и средними напряжениями. Определена прочность и построены паспорта прочности пород, обладающих ярко выраженной анизотропией прочностных свойств. Установлено, что графически прочность аргиллитоподобных глинистых пород можно представить в виде нелинейно зависимости, которую с некоторой погрешностью можно аппроксимировать двумя линейными зависимостями, первая из которых характеризуют прочность породы в условиях растяжения и раскалывания, в то время как вторая характеризует объемную прочность таких пород. Полученные результаты легли в основу разработанных численных моделей деформирования и разрушения слоистых пород и геомеханических моделей деформирования аргиллитоподобных глинистых пород.

В работе процесс деформирования и разрушения аргиллитоподобных глинистых пород рассмотрен в рамках метода конечно-дискретных элементов, который получил широкое распространения для решения такого класса задач. В качестве физической модели разрушения пород принята модель А.Н. Ставрогина, где процесс разрушения связан с формированием микротрещин, вызванных действием нормальных и касательных напряжений на соответствующих площадках. Автором работы выполнено внедрение метода конечно-дискретных элементов в программный комплекс для выполнения прочностных расчетов и его

расширения для моделирования процессов деформирования и разрушения слоистых сред. Представлена апробация данного метода для решения задач геомеханики как изотропных, так и трансверсально-изотропных сред.

Значительное внимание в работе уделено вопросам разработки геомеханических моделей деформирования слоистых сред. Разработка моделей выполнена в рамках концепция многослойной среды. Реализован ряд геомеханических моделей, которые позволяют решать различные задачи геомеханики подземного строительства. Модели сформулированные в рамках концепции многослойной среды позволяют учитывать естественную и деформационную анизотропию механических свойств слоистых пород. Эффективность предложенных геомеханических моделей подтверждена расчетами.

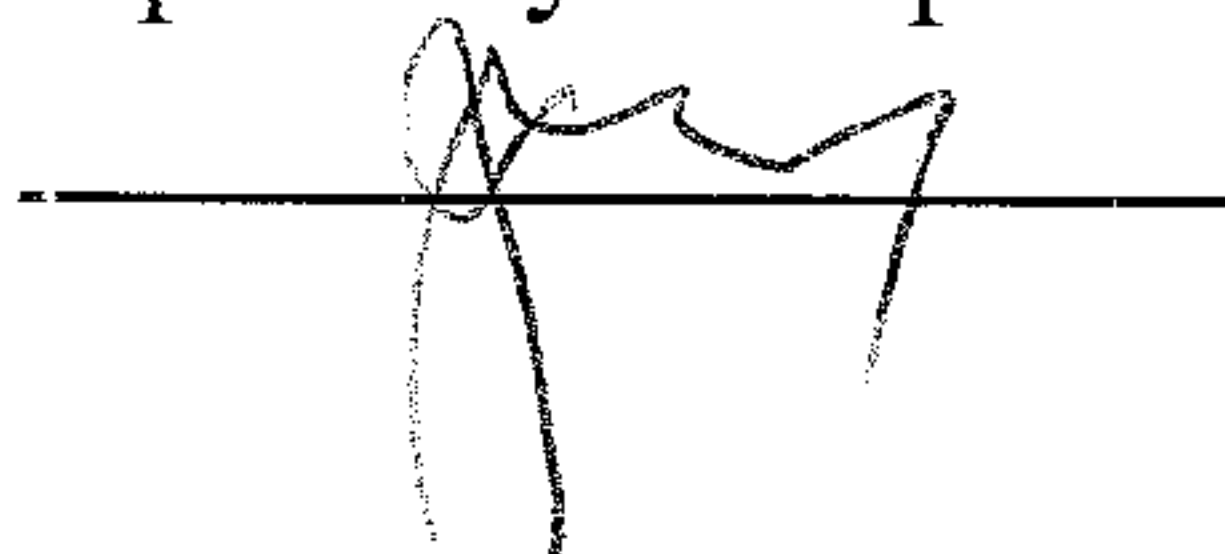
Апробация результатов научных исследований выполнена на объектах Санкт-Петербургского метрополитена, строительства которых осуществляется в протерозойских глинах. В качестве объектов рассматривались станции метрополитена, пересадочные узлы станций метрополитена и другие объекты, которые можно охарактеризовать как подземные сооружения сложной пространственной конфигурации. Результаты диссертационной работы имеют практическое внедрение в виде разделов проектной документации на сооружение станционных комплексов Санкт-Петербургского метрополитена.

Карасев Максим Анатольевич работает на кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений с 2006 года. Во время работы на кафедре показал умение ставить и решать сложные научные задачи. Руководитель и участник многих работ, проводимых на кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений, в рамках научных исследований. Результаты диссертационной работы рекомендованы проектным организациям к использованию при проектировании станций метрополитена глубокого заложения.

Всё сказанное определяет безусловную актуальность, научную и практическую значимость диссертации. Наиболее важные полученные результаты опубликованы, докладывались на многочисленных, в том числе международных, конференциях. Завершенная М.А. Карасевым работа может быть представлена к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, а ее автор достоин присвоения искомой ученой степени.

Научный консультант, д.т.н.,
профессор, заведующий кафедрой строительства
горных предприятий и подземных сооружений
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

11.06.2017

 Протосеня Анатолий Григорьевич

199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2.
Телефон: (812)3288626; e-mail: kaf-sgp@mail.ru





руководитель отдела
производства

Б.Р. Яновицкая

" 13 " 06 20 17 г.