

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Лонжида Энхтура «Прогноз сдвижений и деформаций массива горных пород и земной поверхности при пересечении тоннелями метро неоднородных слоистых пород с различной литологией», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 25.00.16. – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр.

1. Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 91 наименование, изложена на 104 страницах машинописного текста и содержит 32 рисунка и 12 таблиц.

2. Актуальность темы диссертации

Проект метро в городе Улан-Батор включает строительство наземных и подземных линий. Подземные тоннели метрополитена пройдут под центральными улицами с высокой плотностью застройки и инженерными сетями городской инфраструктуры. В зону влияния тоннелей метро и подземных станций попадают жилые кварталы, инженерные сооружения, железная дорога и автотранспортные магистрали. Для сохранности подрабатываемых зданий и сооружений необходимы меры их защиты, которые определяются на основе прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности и сравнением их с допустимыми показателями деформаций для подрабатываемых объектов.

Трассы проектируемых тоннелей метро будут проходить в сложных горно-геологических условиях: неоднородной слоистости и переслаивания четвертичных, неогеновых и коренных пород. В этих условиях определение границ зоны влияния строительства тоннелей, прогнозирование сдвижений и деформаций земной поверхности является актуальной задачей, имеющей важное социальное и экономическое значение.

*№459-10
от 28.11.2018*

3. Степень обоснованность научных положений и результатов работы, их достоверность и новизна

В диссертации изучается процесс сдвижения и деформаций массива горных пород и земной поверхности при проходке тоннелей в неоднородных слоистых породах.

Первое защищаемое положение определяет физико-механические показатели пород, в наибольшей степени влияющие на развитие зоны сдвижения. Для этого автором проведены исследования геомеханических процессов при проходке тоннелей механизированным комплексом с помощью численного моделирования методом конечных элементов. Граничные углы были получены расчетами деформаций земной поверхности для каждого типа пород, представленных в проектных разрезах метро. По результатам моделирования с помощью факторного и корреляционного анализов были получены зависимости граничных углов, определяющих ширину мульды сдвижения на земной поверхности, от свойств пород. Корреляционный анализ показал, что наибольшее влияние на величину граничного угла оказывает модуль деформаций подрабатываемых пород. Наибольшая теснота связи граничного угла с модулем деформации пород получена при полиномиальной аппроксимации. Установление данной зависимости является новым научным результатом. Дело в том, что в соответствии с законом линейной упругости Гука более ожидаемой была линейная зависимость. Для решения вопроса, в какой степени свойства пород оказывают влияние на величину граничного угла, автором был проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Он подтвердил выводы корреляционного анализа о том, что главным влияющим физико-механическим показателем на величину граничного угла является модуль деформаций пород. Вторым по значимости влияния является сцепление.

Достоверность данного положения опирается на использование в расчетах математической статистики результатов численного моделирования сплошной упруго-пластической среды.

Вторым научным положением в диссертации защищаются принципы установления границ зоны сдвижения горных пород при проходки тоннелей в слоистом массиве, сложенном неоднородными породами, которые различаются по физико-механическим свойствам. На различных участках трассы тоннелей наблюдается варьирование мощности слоев. Автором в диссертации предложен новый способ определения ширины зоны влияния проходки на земную поверхность в таких условиях.

На основании проведенных исследований получено аналитическое выражение для определения граничных углов в зависимости от модуля деформаций, главного влияющего показателя свойств пород, и сцепления, второго по значимости влияния фактора. Также автором был составлен генеральный набор граничных углов. Достоверность полученных результатов опирается на большой объем численного моделирования, включающего более 250 моделей. Статистической обработкой результатов расчетов получено аналитическое выражение для определения ширины полумульды сдвижения в главном сечении при сочетании различных слоев в подработанной толще пород. В качестве основы инженерного метода прогноза сдвижений и деформаций автором взят метод типовых кривых, используемых для прогноза сдвижений и деформаций при строительстве Санкт-Петербургского метро.

В третьем научном положении обосновывается эффект расширения зоны сдвижения земной поверхности при проходке тоннелей через контакт разномодульных пород на участке от вхождения тоннеля в зону контакта до выхода из нее. Автор доказывает, что размер мульды сдвижения зависит от длины участка вскрытия контакта, а также от соотношения модулей деформаций в смежных слоях пород. Обоснованность предложенного подхода к расчету сдвижения при проходке тоннеля через контакт была доказана автором путем численного моделирования и обработкой его результатов. Новизна защищаемого положения состоит в установлении зависимости расширения мульды сдвижения от степени различия

деформационных свойств пород, разделенных контактом, и длины участка его вскрытия тоннелем.

Научные положения, представленные к защите, выводы и рекомендации считаю в достаточной мере аргументированными и обоснованными, т.к. они основываются на анализе численного моделирования и подтверждены результатами проведенных расчетов.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Научное значение диссертации заключается в установлении наиболее влияющих свойств пород на ширину зоны сдвижения земной поверхности. Конкретно, получена зависимость граничных углов от модулей деформаций пород и обоснован способ определения границ зоны сдвижения от проходки тоннеля. Установлен факт расширения мульды сдвижения при проходке тоннеля через линзообразное залегание пород и ширины зоны вскрытия тоннелем контакта линзообразной породы с породой, вмещающей линзу.

Практическое значение работы заключается в разработке методики расчета сдвижений и деформаций земной поверхности при строительстве тоннелей метро в г. Улан-Батор для определения безопасных условий строительства и рекомендаций по созданию комплексной системы мониторинга подземных и наземных объектов как на стадии возведения подземных сооружений метро, так и в период их эксплуатации.

5. Оценка содержания диссертации

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к работам, направляемым в печать. Все основные положения диссертации прошли апробацию и достаточно полно опубликованы в научных изданиях, в том числе в рекомендованных ВАК.

Тема диссертации и защищаемые научные положения соответствуют паспорту специальности 25.00.16 - Горнопромышленная и нефтегазопромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр.

Диссертация написана литературным языком, подробно иллюстрирована и оформлена в соответствии с существующими требованиями. Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

6. Замечания по диссертации

1. Для определения граничных углов, определяющих ширину зоны сдвижения земной поверхности, соискатель использовал трехмерное численное моделирование. Проходка протяженных тоннелей является классическим случаем для решения плоских (двумерных) задач. Это существенно упростило бы расчеты без снижения точности результатов.

2. При численном моделировании сдвижения малосвязных пород низкой крепости использована упруго-пластическая модель с упрочнением грунтов. К сожалению, в диссертации не приведены значения параметров, характеризующих пластические свойства пород, и не изучено их влияние на сдвижение горных пород.

3. Известно, что свойства малосвязных пород (деформируемость, сопротивление сдвигу) сильно зависят от их обводненности. Неучет гидрогеологических условий проходки тоннелей может привести к серьезным ошибкам прогнозов сдвижения.

4. В третьем защищаемом положении указано, что проходка тоннеля проходит через контакт между четвертичными отложениями различной литологии. А в тексте диссертации и автореферате указано, что проходка проходит через контакт четвертичных отложений и осадочных пород. Считаю, что надо более точно определиться с геологической терминологией.

5. При проходке тоннеля через контакт пород с различными свойствами автор в диссертации использует модуль деформаций средний для пород в зоне контакта. По моему мнению, в данной ситуации для повышения достоверности прогноза следует определять средневзвешенный модуль деформации, т.е. с учетом мощности вскрываемых слоев пород.

6. При разработке инженерного метода прогноза сдвижений и деформаций в условиях строительства метро в г. Улан-Батор соискатель базировался на расчетной методике для условий строительства метро г. Санкт-Петербурга. Необходимо было более широко и глубже обосновать такой выбор. Например, сопоставлением свойств пород, технологий проходки и типов крепи.

7. Проведя большой объем численного моделирования, соискатель получил очень представительную базу данных о сдвижении и деформациях земной поверхности. На ее основе можно было получить все типовые функции и сопоставить их с известными. Однако, данная возможность в диссертации не использована.

Данные замечания не являются принципиальными, частично имеют характер пожеланий по дальнейшему развитию и применению работы и не снижают ее общую положительную оценку.

7. Заключение

Диссертация Лонжид Энхтур является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи по обоснованию расчетной методики прогноза сдвижений при строительстве метро в г. Улан-Батор путем установления зависимостей параметров сдвижения от деформационных и прочностных свойств пород.

По совокупности полученных новых научных результатов и практическому значению выводов диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к

кандидатским диссертациям, - а ее автор, Лонжид Энхтур, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 - Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры Горного дела,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе»

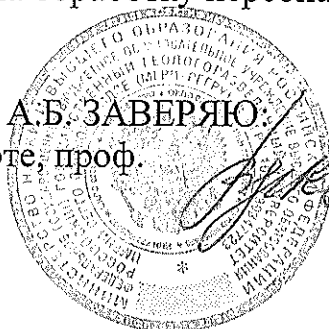


Макаров
Александр Борисович

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ)»
117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23.
Тел: (495) 433-62-56. e-mail: office@mgri-rggru.ru

Я, Макаров А.Б., согласен на обработку персональных данных.

Личную подпись Макарова А.Б. ЗАВЕРЯЮ.
Проректор по учебной работе, проф.



Куликов Владимир
Владиславович

19.11.2018