

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Нуждина Матвея Леонидовича

«Усиление грунтового основания зданий

методом пакетного высоконапорного инъецирования»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

Представленная диссертация М.Л. Нуждина состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и 3 приложений, в которых представлены результаты практического использования работы, патенты и акты о внедрении результатов работы. Список литературы содержит 167 наименований.

Актуальность темы

Вопросы усиления как строящихся, так и реконструируемых (реставрируемых) зданий в настоящее время продолжают оставаться значимыми и развиваться, так как многообразие грунтовых условий и инженерных задач не позволяет выделить какие-то из методов, которые бы однозначно определяли эффективность и надежность принимаемых решений. Высоконапорное инъецирование, как и другие методы цементации, закрепления грунтов является одним из наиболее эффективных методов показавших свою надежность на практике по техническим и безопасностью по экологическим показателям. При этом остается ряд вопросов, касаемых технологических и расчетных аспектов, в которых не существует единого мнения между специалистами, а банк данных о реализации этих технологий не вполне достаточен и в определенной степени противоречив, для вывода единого суждения. Таким образом, развитие общего метода цементации основания, в виде научно обоснованных результатов подтвержденных практикой внедрения увеличивает экспериментальную базу данных, является важной задачей, имеющей значительное практическое значение.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Подтверждается современными методами исследований в части проведения экспериментальных исследований проведенных в лабораторных и полевых условиях, с использованием апробированных и поверенных приборов и оборудования; большим объемом численных исследований выполненных в сертифицированных современных программных комплексах, с использованием известных моделей грунтовой среды. Результаты теоретических исследований сопоставлены с данными геотехнического мониторинга на реальных строительных объектах в процессе усиления и их дальнейшей эксплуатации.

Научная новизна

Автором в период с 2003 по 2020 годы выполнены комплексные экспериментально-теоретические исследования, направленные на создание эффективного метода усиления грунтового основания зданий твердыми инъекционными твердеющими растворами, на основании которых получены следующие результаты, отличающиеся научной новизной, основными из которых на взгляд оппонента являются:

- экспериментальное определение формы твердых инъекционных тел, создаваемых пакетным высоконапорным инъецированием цементно-песчаного раствора, при вариативном расположении инъекторов;

- установление закономерностей деформативных свойств грунтовой среды, в зависимости от крупности, характера расположения и общего коэффициента армирования твердыми включениями;

- разработка метода усиления фундаментов мелкого заложения, свайных фундаментов, а также фундаментов под динамические нагрузки на основе пакетного высоконапорного инъецирования, на основании полученных экспериментальных и численных данных.

Теоретическая значимость работы определяется выявленными закономерностями формирования инъекционных тел определенной формы и размера в грунтовом основании при использовании пакетного инъецирования.

Установлением зависимости осадок различных видов фундаментов, в том числе воспринимающих динамические нагрузки, от параметров инъекционного закрепления грунтов методом пакетного инъецирования.

Практическая значимость диссертации заключается:

- в разработке нового метода усиления грунтовых оснований методом пакетного высоконапорного инъецирования, выявленных многочисленных закономерностях носящих как качественный, так и количественный характер, а также внедрении предложенного метода на реальных строительных объектах.

Личный вклад автора

Заключается в постановке задач исследований в контексте решения важной задачи создания эффективного способа усиления грунтовых оснований надежным и экологически безопасным методом высоконапорной цементации. Автором спланированы и проведены многочисленные экспериментальные исследования в лабораторных и натуральных условиях, выполнены численные исследования в сертифицированных программных комплексах. По итогам теоретической и экспериментальной работы автором разработан метод усиления грунтового основания для различных видов фундаментов, в виде пакетного высоконапорного инъецирования, как под статические, так и динамические нагрузки.

Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Введение сформировано достаточно традиционным подходом, присущим кандидатским диссертациям, включая обоснование темы исследования, значимость ее для строительной отрасли, приведены исчерпывающие сведения о примененных методах исследования и обоснованности достоверности результатов. Раскрыты

научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены сведения об апробации результатов в практике.

В первой главе автор приводит обзор современных методов усиления грунтовых оснований инъекционными растворами. Приводятся данные о процессах, происходящих в грунтовом основании, показываются механизмы разрушения грунта, потери его сплошности и особенности формирования твердых тел в зависимости от различных факторов. Рассмотрены проблемы расчета усиленных грунтовых оснований возникающие в первую очередь из-за малоуправляемого процесса образования полостей в грунте, их размеров и влияния на деформационные свойства основания. Автором оцениваются преимущества и недостатки существующих способов усиления оснований, что позволило, учитывая значительный опыт работы на строительных объектах, выявить факторы, влияющие на создание контролируемых полостей уширения в грунте и предложить идею нового метода пакетного инъецирования.

Во второй главе автор разрабатывает метод пакетного инъецирования, сущность которого заключается в одновременном нагнетании цементно-песчаного раствора в грунтовое основание через группу инъекторов. Для обоснования качественной картины получаемого результата автором представлены экспериментальные исследования в лотках на мини моделях, с использованием в качестве основания супесчаного суглинистого грунтов. В качестве раствора использовалась эпоксидная смола. Лотковые экспериментальные исследования подтвердили возможность создания инъекционных тел в виде дисков, определенной ориентации в пространстве (вертикальных и горизонтальных).

Третья глава посвящена лабораторным исследованиям по оценке влияния различных схем армирования твердыми включениями на деформируемость и прочность грунтового основания. Эксперименты проводились для моделей фундаментов мелкого заложения и свайных. Установлено, что армирование жесткими включениями существенно снижает деформируемость основания. Важным является вывод о том, что армирование по определенным правилам дает высокую сходимость результатов, в отличие от хаотичного распределения включений. Также важным является вывод о большей эффективности усиления при использовании более крупных включений. Установлено, что усиление основания свайных фундаментов приводит к значительному снижению деформаций и повышению несущей способности. При этом выявлены, как мало, так и высокоэффективные приемы расположения твердых включений в основании свайных фундаментов. В главе также представлены результаты экспериментов с выявлением влияния твердых включений на амплитуду колебания модельных фундаментов при динамических воздействиях, где также показан положительный эффект твердых включений.

В четвертой главе представлены теоретические исследования, в виде численного моделирования с использованием геотехнической программы MIDAS GTS NX 2019. Расчеты производились в пространственной постановке с использованием линейной и упруго-пластической моделей. В качестве моделирования принимались: столбчатый, плитный и свайный фундамент, с характерными размерами соответствующими таким фундаментам в реальных условиях. В качестве грунта рас-

смаатривался суглинок тугопластичный с различными многочисленными вариантами распределения армирующих элементов. Рассмотрен широкий спектр конфигураций расположения твердых включений в основании, позволивший выявить определенные закономерности ставшие результатом теоретической главы. Автором рассматривается эффективность армирования на основании коэффициента приведенного расхода материала, что является важным практическим следствием выполненной работы.

В пятой главе автором представлены подходы к усилению различных типов фундаментов пакетным высоконапорным инъецированием. Предлагается поэтапное усиление при этом рассматривается результативность армирования по степени относительного снижения осадки к осадке на не усиленном основании. Несмотря на то, что численные решения дают меньший эффект по отношению к экспериментальным данным, автор в целом, теоретически подтверждает эффективность предлагаемого метода усиления. В данной главе автором также предлагается способ корректировки положения зданий на плитных фундаментах и способ снижения колебаний свайных фундаментов под машины с динамическими нагрузками.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

По главе 1:

- в конце первой главы ставятся задачи исследований, при этом первая задача по сути уже решена в материале первой главы ;

По главе 2:

- на стр. 39 упоминается формула Писаненко В. П., однако она не представлена, что усложняет восприятие рис. 2.1;

- нагнетающее давление, приводящее к разрыву грунта, указано в пределах 0,6-0,9 МПа, что является достаточно высоким значением, учитывая, что практически отсутствует бытовое давление на образец. Требуется пояснение;

- представленные на рис. 2.19 инъекционные тела имеют толщину до 350мм. Какие характеристики имеет прилегающий грунт переуплотненный образованием и расширением такой полости?

По главе 3:

- требует пояснения, почему в теоретической части указывается на то, что при инъецировании образуются диски, однако в экспериментальных исследованиях используются локальные включения;

- на стр. 61 указано, что каждый опыт повторялся 7-10 раз. Не очень понятно, зачем так повышалась трудоемкость экспериментов, так как известно, что 6 кратное испытание дает, как правило, исчерпывающую картину данных для статистической обработки;

- на рис. 3.4, 3.8, 3.9 показано, что провальные деформации основания происходят при 40 кПа, что является достаточно малой величиной, что требует пояснения.

- на рис. 3.25 представлены графики осадки штампов на основаниях различной жесткости. Существенное различие в работе моделей обнаруживается при осадках, имеющих одну размерность с размерами моделей. В начальной зоне, где необходимо производить сравнение, учитывая влияние масштабного фактора, осадки штампов на основаниях различного вида практически одинаковы.

По главе 4

- на стр. 111 анализируются результаты расчеты, однако нет графической интерпретации, что затрудняет восприятие полученных результатов;

- на стр. 115 указана расчетная осадка свайного фундамента 172мм, что даже для реальных сооружений является значительной величиной и говорит о их предельной работе;

- в первом выводе главы 4 утверждается об уменьшении напряжений в грунтовом основании при армировании. Не совсем понятно, на основании чего сделаны эти выводы?

- в четвертом выводе главы говорится об эффективном усилении на глубину до $1,2b$, однако для фундамента шириной 24м, это составит почти 30м. Такие глубины крайне затруднительны для выполнения работ по цементации и кроме того известно, что при относительно однородном основании 75-80% всех деформаций будет происходить до глубины 12-15 метров.

По главе 5

- на стр. 146 говорится, о назначении глубины заложения фундаментов исходя из конструктивных соображений. Неясно учитываются ли в этих случаях процессы возможного морозного пучения?;

- требуют пояснения значения, представленные в таблице 5.13, так разница в значениях осадок достигает 8 раз.

Публикации, отражающие содержание диссертации. Основные теоретические положения работы и результаты экспериментов имеют достаточную апробацию: автор по теме диссертации опубликовал 36 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, 5 – в изданиях международной реферативной базы Scopus, 7 – патентов. Результаты исследований были доложены на конференциях различного, в том числе международного уровня, за период с 2004 по 2019 г. г. Диссертация содержит все необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных исследований других авторов.

Заключение по работе. Несмотря на представленные замечания, диссертация является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованные технические решения, внедрение которых повышает эффективность выполнения геотехнических работ, а именно усиления грунтовых оснований. Тема, научные и практические результаты диссертации Нуждина М.Л. соответствуют паспорту научной специальности: 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения, пунктам: 5, 7, 11. Результаты исследований отражены в печатных научных изданиях, в том числе в рекомендованных ВАК РФ.

Работа выполнена на высоком научном уровне, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора. Выводы, сделанные автором, отражают основные результаты работы.

Диссертационная работа «Усиление грунтового основания зданий методом пакетного высоконапорного инъецирования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения, соответствует критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (пп. 9-11 и пп. 13-14), а также требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор Нуждин Матвей Леонидович достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

Официальный оппонент:

Профессор кафедры строительное производство Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет», доктор технических наук, профессор

Яков Александрович Пронозин

Сведения об официальном оппоненте:

Пронозин Яков Александрович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительного производства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Взаимодействие ленточно-оболочечных фундаментов с сильносжимаемым грунтовым основанием» защищена в 2016 г. по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Тел. моб. 8-922-260-20-83. E-mail: geofond.tgasu@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет».

Адрес: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38. Тел. 8 (3452) 28-36-60. E-mail: general@tyuiu.ru

Подпись доктора технических наук, профессора, профессора кафедры строительное производство Я. А. Пронозина заверяю

на основании документа от 13.08.2021 г.
«13» 08 2021 г. *Я. А. Пронозин*

