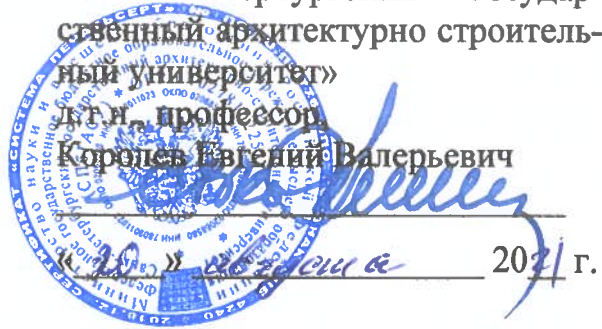


УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

д.т.н., профессор
Королев Евгений Валерьевич



2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ) на диссертацию Нуждина Матвея Леонидовича «Усиление грунтового основания зданий методом пакетного высоконапорного инъецирования», представленную в диссертационный совет Д 999.187.02 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

Актуальность темы исследования

Развитие современных городов часто приводит к необходимости усиления фундаментов как существующих зданий в связи с их реконструкцией или ремонтом, так и грунтового основания при новом строительстве. Ситуация осложняется в случае точечной городской застройки, особенно в центральных районах крупных мегаполисов, т.к. минимизация негативного влияния на близкорасположенные здания и сооружения часто требует выполнения специальных дорогостоящих мероприятий. В связи с этим, актуальной задачей является разработка новых и совершенствование известных методов усиления грунтового основания, в т.ч. высоконапорным инъецированием подвижного цементно-песчаного раствора.

Целью диссертационной работы является создание эффективного метода усиления грунтового основания зданий твердыми инъекционными телами, сформированными пакетным высоконапорным инъецированием цементно-песчаного раствора.

Научная новизна исследований и полученных результатов заключается в следующем:

1. Экспериментально определена форма твердых инъекционных тел, полученных при нагнетании цементно-песчаного раствора пакетным высоконапорным инъецированием при разном расположении инъекторов в различных грунтовых условиях.

2. На основе экспериментальных и численных исследований выявлены закономерности формирования деформационного состояния грунтового основания фундаментов мелкого заложения, плитных и свайных фундаментов при разных схемах расположения твердых инъекционных тел, сформированных пакетным высоконапорным инъецированием цементно-песчаного раствора.

3. Разработан метод усиления грунтового основания фундаментов мелкого заложения, плитных фундаментов, свайных фундаментов, в том числе под машины с динамическими нагрузками, твердыми инъекционными телами, сформированными пакетным высоконапорным инъецированием цементно-песчаного раствора.

Диссертация Нуждина М.Л. состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 167 наименований и 3 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и приведена общая характеристика работы.

В первой главе выполнен обзор существующих способов усиления грунтового основания путем нагнетания подвижных растворов. Обобщены и проанализированы результаты исследований метода высоконапорного инъецирования. Сделан вывод о перспективности метода, отмечены его достоинства и недостатки. Дан краткий обзор способов усиления фундаментов вертикальными армозементами, в т.ч. сформированными нагнетанием цементно-песчаного раствора. Определены задачи исследований.

Во второй главе представлен метод пакетного высоконапорного инъецирования, сущность которого заключается в одновременной подаче цементно-песчаного раствора через несколько инъекторов, что позволяет формировать в грунтовом основании инъекционные тела определенной формы. При нагнетании через инъекторы расположенные вдоль прямой линии в основании создается вертикальное инъекционное тело, при расположении трех инъекторов в вершинах равностороннего треугольника – горизонтальный диск. Описываются результаты лабораторных и натурных экспериментов в глинистых грунтах разной консистенции и степени водонасыщения, подтверждающие достоверность предлагаемого метода.

В третьей главе приведены результаты лабораторных экспериментов по

усилению фундаментов мелкого заложения (столбчатых и ленточных) и свайных фундаментов твердыми включениями. Твердые включения – зерна щебня, моделируют инъекционные тела, сформированные пакетным высоконапорным инъецированием. Рассматриваются 42 схемы усиления (меняется размер включений, их количество, шаг в плане и по глубине). Сделан вывод, что даже минимальное армирование приводит к заметному снижению осадок; при увеличении размеров включений, их количества и уменьшении шага деформации снижаются. Доказано, что достоверный прогноз деформационного состояния основания возможен только при известной форме и схеме расположения включений.

В главе также приведены результаты экспериментов по снижению колебаний фундаментов под машины с динамическими нагрузками путем усиления основания высоконапорным инъецированием. Нагнетание цементно-песчаного раствора под подошву ростверков позволило снизить колебания в 1,5...2,6 раз.

Четвертая глава содержит результаты численных исследований напряженно-деформированного состояния грунтового основания, усиленного твердыми включениями. Исследования проводились в расчетном комплексе MIDAS в пространственной постановке с учетом нелинейного характера работы грунта. Рассматриваются разные схемы усиления – контурное усиление и усиление основания под подошвой фундаментов мелкого заложения и плитных фундаментов, контурное усиление и усиление межсвайного пространства свайных фундаментов. Всего было просчитано 67 схем усиления – с разным количеством слоев армирования и шага расположения армоэлементов.

Получены качественные зависимости осадок от схем усиления. Установлено, что с увеличением объема армоэлементов удельная эффективность армирования снижается. Определены эффективные схемы расположения армоэлементов для усиления фундаментов мелкого заложения, плитных и свайных фундаментов.

В пятой главе изложен подход к усилению фундаментов разных типов (мелкого заложения, плитных и свайных фундаментов, а также фундаментов под машины с динамическими нагрузками) пакетным высоконапорным инъецированием. Автором предлагается выполнять усиление поэтапно с увеличением количества армоэлементов, создаваемых нагнетанием цементно-песчаного раствора, соответственно меняя схему их расположения на каждом этапе. Необходимость выполнения очередного этапа определяется по результатам мониторинга за динамикой развития деформаций усиливаемого здания.

В главе содержится описание принципов проектирования, технология выполнения и способы контроля качества работ при усилении грунтового основания фундаментов пакетным высоконапорным инъецированием.

В Приложении 1 даны примеры выполненного усиления реальных оснований, сложенных глинистыми грунтами, пакетным высоконапорным инъецированием. Описаны случаи усиления натуральных фундаментов мелкого заложения на неравномерно замоченном основании, на просадочных грунтах и на оттаявших вечномерзлых грунтах, усиление здания на фундаментной плите на основании, сложенном насыпными грунтами и выравнивания крена высотного здания методом пакетного высоконапорного инъецирования.

Приложение 2 содержит патенты на изобретения автора.

Приложение 3 содержит акты о внедрении результатов исследований.

Обоснованность и достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается большим количеством лабораторных экспериментов, выполненных с использованием апробированных и поверенных приборов и оборудования, значительным объемом численных исследований, проведенных в современных сертифицированных программных комплексах, и их хорошей сходимостью. Выводы работы также подтверждаются результатами геодезических наблюдений за техническим состоянием реальных зданий и сооружений в процессе и после выполнения работ по усилению грунтового основания фундаментов предложенным методом – пакетным высоконапорным инъецированием.

Практическая ценность диссертационных исследований Нуждина М.Л. заключается в разработке метода усиления грунтовых оснований, представленных широким диапазоном глинистых грунтов (супесями и суглинками разной степени водонасыщения), насыпными грунтами и песками. Метод пакетного высоконапорного инъецирования позволяет формировать в грунтовом массиве инъекционные тела правильной формы путем нагнетания цементно-песчаного раствора, которые могут служить элементами армирования грунтового основания фундаментов при их усилении. Задаваемая форма армоэлементов и схема их расположения позволяют выполнить достоверный расчетный прогноз, что значительно повышает надежность работ по усилению, приводит к существенной экономии финансовых средств и сокращению сроков их проведения.

Предлагаемым методом можно выполнять усиление грунтового основания разных типов фундаментов. Метод усиления, изложенный в диссертации Нуждина М.Л., обладает большой универсальностью, имеет высокую практическую значимость и может быть рекомендован для решения широкого круга геотехнических задач.

Свидетельством этого является уже выполненное автором внедрение. Результаты исследований Нуждина М.Л. были реализованы на более чем 15 строительных объектах с большим экономическим эффектом, что подтверждается 13 актами.

Результаты диссертационных исследований Нуждина М.Л. рекомендуют широко использовать для усиления грунтового основания:

- фундаментов мелкого заложения (столбчатых и ленточных);
- свайных фундаментов (из разных типов свай: забивных, буровых и буронабивных);
- плитных фундаментов.

Усиление грунтового основания пакетным высоконапорным инъецированием может выполняться в случае:

- изменения напряженно-деформированного состояния основания, связанного с увеличением нагрузок на фундаменты;
- ухудшения физико-механических характеристик грунтов основания;
- возведения зданий и сооружений с целью корректировки их вертикального положения в процессе строительства и первого периода эксплуатации.

Важно, что предложенный метод усиления грунтового основания, относится к «щадящим» технологиям, что имеет особое значение для исторических памятников и зданий, находящихся в условиях плотной городской застройки.

Содержание диссертации изложено в 36 публикациях, 3 из которых размещены в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, 5 статей – в изданиях, индексируемых международной базой цитирования Scopus. Получено 7 патентов на изобретения РФ. Результаты работы докладывались и обсуждались на 30 международных конференциях.

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Проводились ли исследования формы инъекционных тел, сформированных пакетным высоконапорным инъецированием при разном количестве и схемах расположения инъекторов в плане (например, в углах воображаемого квадрата или пятиугольника)?

2. В диссертации на рисунках 2.1 и 2.2 «Схема формирования вертикального/горизонтального инъекционного тела пакетным высоконапорным инъецированием» и в параграфе 2.1 «Обоснование концепции метода пакетного высоконапорного инъецирования» не указан шаг (расстояние) между инъекторами при нагнетании методом пакетного высоконапорного инъецирования.

3. В главе 3 в лабораторных экспериментах используются твердые включения – зерна щебня, моделирующие твердые тела, сформированные пакетным высоконапорным инъецированием. При этом, учитывая масштаб модели, в большинстве случаев они имеют заметно меньший размер, чем инъекционные тела, полученные в ходе натуральных экспериментов. Чем это объясняется?

4. В диссертации (таблица 5.13, параграф 5.5.2) приведены значения осадок угловой точки плитного фундамента на основании, усиленном твердыми

инъекционными телами, в т.ч. с использованием модели Винклера, в расчетном комплексе SCAD. Какие численные исследования были выполнены?

Заключение

Диссертация Нуждина М.Л. «Усиление грунтового основания зданий методом пакетного высоконапорного инъецирования» является законченной научно-квалификационной работой. Получены результаты и решения, совокупность которых можно квалифицировать как изложение новых научно обоснованных технических решений. Предлагаемый автором метод усиления грунтового основания фундаментов основных типов имеет большое значение для решения актуальных геотехнических задач, особенно в условиях современного городского строительства. Диссертация Нуждина М.Л. содержит все необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных исследований других авторов. Результаты исследований в должной мере отражены в печатных научных изданиях, в том числе в рекомендованных ВАК РФ. По содержанию, объему и научной новизне диссертация соответствует критериям, установленным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., с изменениями, внесенными Постановлениями Правительства РФ включительно до Постановления № 1024 от 28.08.2017 г.), и соответствует паспорту научной специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения». Автор диссертации Нуждин М.Л. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Геотехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», протокол заседания кафедры № 16 от 20.08.2021 г. Присутствовали: 19 человек; проголосовали «за» – 19, «против» – 0, «воздержались» – 0.

Заведующий кафедрой «Геотехника» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», чл.-корр. РААСН, доктор технических наук, профессор

 Р.А. Мангушев

Доцент кафедры «Геотехника» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кандидат технических наук.

Подпись  И.П. Дьяконов
ЗАБЕРЯЮ
Начальник управления кадров
СПбГАСУ
«20» августа 2021

