

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-исследовательской деятельности
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет»,
кандидат технических наук, доцент



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования

«Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
на диссертационную работу Сального Ивана Сергеевича на тему:
«Взаимодействие буроинъекционных свай с грунтовым основанием»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения в
диссертационный совет 24.2.419.02, на базе ФГБОУ ВО «Тюменский
индустриальный университет»

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 142 наименований, содержит 161 страницу текста, 71 иллюстрацию и 23 таблицы.

Диссертационная работа написана грамотным профессиональным языком, диссертация имеет четкую структуру - все главы логически выстроены и системно взаимосвязаны, что дает полное представление о цели научной работы и достигнутых научных результатах исследования.

Во введении автор обосновывает актуальность выбранной темы исследования, степень ее разработанности, объект и предмет исследования, цель и задачи научной работы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности защищаемых положений и результаты апробации работы.

Первая глава посвящена истории возникновения технологии устройства буроинъекционных свай в строительстве, раскрываются особенности данных типов свай и приводятся достоинства и недостатки данной технологии в отличие от традиционных типов фундаментов. Представлена классификация буроинъекционных свай в зависимости от технологических особенностей их устройства. Подробно представлен анализ

современных и востребованных технологий устройства буроинъекционных свай малого диаметра.

Проведен анализ отечественных и зарубежных работ по исследованию взаимодействия буроинъекционных свай с грунтовым основанием. На основании данного анализа сделан вывод о факторах, которые необходимо учитывать при проектировании буроинъекционных свай. Также в данной главе приведен подробный анализ существующих подходов (как отечественных, так и зарубежных) по определению несущей способности данного типа свай, оценены достоинства и недостатки каждой представленной методики расчета.

Обзор научных работ, представленный в первой главе диссертации, в достаточной мере отражает состояние вопроса по выбранной теме исследования.

Во второй главе диссертации представлены результаты полномасштабных лотковых экспериментальных исследований, направленных на выявление и уточнение характера и особенностей взаимодействия буроинъекционных свай с глинистым основанием в результате воздействия избыточным давлением опрессовки. Всего было выполнено 4 серии опытов в суглинках мягкопластичной консистенции. В каждом опыте изменялась глубина устройства сваи и величина избыточного давления опрессовки. Экспериментальный лоток представляет собой две симметричные части размерами 1,2x0,6x1,0 м. В результате измерения напряжений посредством мессдоз, установленных в лотке, автором получена аналитическая зависимость по определению максимальных и остаточных радиальных напряжений в массиве грунта при опрессовке ствола буроинъекционных свай избыточным давлением. Преимуществом полученной зависимости, несомненно, является возможность учета глубины расположения слоя грунта, избыточного давления опрессовки и геометрических параметров скважины, а также в возможности дифференциальной оценки изменения дополнительного обжимающего давления по длине ствола сваи.

В результате определения физико-механических характеристик грунтового основания, преобразованных в результате воздействия на сваю избыточным давлением опрессовки, получена зависимость, характеризующая изменение плотности и влажности глинистого грунта контактного слоя. На основании зависимостей, характеризующих изменение физических характеристик контактного слоя грунта системы «буроинъекционная свая-грунтовое основание» разработан алгоритм определения механических характеристик грунта контактной зоны.

В каждой серии лотковых экспериментов установлена величина фактического сопротивления грунта по боковой поверхности буроинъекционных свай. Выявлено, что данная величина существенно

изменяется при воздействии избыточным давлением опрессовки, и действующими отечественными нормативными документами данный факт не учитывается. Для определения величины фактического сопротивления глинистого грунта по боковой поверхности буроинъекционных свай разработана аналитическая зависимость, позволяющая учитывать избыточное давление опрессовки. Четко оговорены пределы использования данной зависимости: для глинистых грунтов с показателем текучести $I_L > 0,4$ при величине избыточного давления не более 400 кПа.

Результаты, полученные в данной главе в результате выполнения лабораторных исследований, являются новыми и соответствуют задачам исследования.

Третья глава посвящена изложению результатов натуральных крупномасштабных экспериментов по уточнению особенностей работы буроинъекционных свай в пылевато-глинистых грунтах, характерных для территории юга Тюменской области, и выявлению влияния технологии изготовления свай на их взаимодействие с грунтовым основанием.

Основываясь на данных лабораторных и натуральных экспериментальных исследований, автором разработана усовершенствованная технология устройства буроинъекционных свай, применительно к инженерно-геологическим условиям территории юга Тюменской области, которые характеризуются как «сложные» для проектирования и строительства зданий и сооружений. Использование данной технологии позволяет исключить образование типичных дефектов и повреждений, характерных для буровых свай (перемешивание раствора с грунтом по периметру свай, вклинивание грунта в тело свай, приводящее к снижению прочности цементного камня, изменение сечения по высоте с возможным образованием «шеек», фильтрация воды через тело свай, расслоение бетонной смеси по высоте свай). Приведены результаты внедрения разработанной технологии при усилении фундаментов жилого дома в г. Тюмени.

Экспериментально установлено, что при заглублении нижних концов буроинъекционных свай в слой плотного грунта пята вносит до 45% в общую несущую способность, и до 35 % в случае опирания в пластичный глинистый грунт, а нижний конец свай вступает в работу после 4–6 ступени нагружения (40-60% от максимальной приложенной нагрузки). Показано, что опрессовка скважины избыточным давлением (в пределах 100-200 кПа) при устройстве буроинъекционных свай до 60% повышает их несущую способность и до 25% снижает осадку.

В результате откопки стволов опытных буроинъекционных свай и определении физико-механических характеристик грунтового основания установлено, что максимальное увеличение плотности грунта распространяется на расстоянии до $0,3d$ и составляет до 10% в пределах залегания техногенных грунтов и до 5% в пределах залегания глинистых

грунтов естественного сложения. Также выявлено увеличение модуля деформации глинистого грунта в данной области до 21% и удельного сцепления до 11%, что согласуется с рядом других работ.

В четвертой главе представлены усовершенствованные инженерные методики определения несущей способности и осадки буроинъекционных свай, устраиваемых с избыточным давлением опрессовки. В основу данных методик положены выявленные автором в ходе проведения многочисленных экспериментальных исследований зависимости изменения напряженно-деформированного состояния и физико-механических характеристик грунтового основания в результате устройства буроинъекционных свай:

- при определении сопротивления грунта по боковой поверхности свай учитываются дополнительные остаточные обжимающие напряжения, физические характеристики грунта контактного слоя, преобразованные в результате воздействия избыточным давлением опрессовки, давление бетонной смеси на стенки скважины и дополнительные обжимающие напряжения, вызванные давлением рядом расположенных зданий и сооружений;

- при определении сопротивления грунта под пятой буроинъекционных свай учитываются как прочностные, так и деформационные характеристики грунтового основания. Также учитывается избыточное количество раствора, нагнетаемого в скважину при ее опрессовке, что позволяет получать данные сопротивления грунта под пятой буроинъекционных свай для глинистых грунтов с показателем текучести более 0,6, и учитывать вклад пяты в общую несущую способность;

- при определении осадки пяты буроинъекционной свай используются значения измененных в результате воздействия избыточным давлением опрессовки деформационных характеристик грунта контактного слоя, определяемых в соответствии с разработанной автором методикой.

Усовершенствованные методики определения несущей способности и осадки буроинъекционных свай, основанные на принципе раздельной работы грунта по боковой поверхности и по пяте позволяют получать хорошую сходимость с экспериментальными данными – максимальное отклонение в запас несущей способности составляет до 25%.

Также приведены рекомендации для моделирования буроинъекционных свай. Рекомендовано вокруг ствола буроинъекционной свай, задаваемой одномерным стержневым элементом, выделять контактную область размерами в плане $(2..3)dx(2..3)d$, а в модель следует вводить свайные интерфейсы с учетом измененных характеристик грунта контактного слоя.

Актуальность темы исследований.

Актуальность темы исследования не подвергается сомнению, поскольку применение буроинъекционных технологий устройства свай

получило широкое распространение в реализации устройства новых и усиления существующих геотехнических систем и их конструкций. Однако, эта тема на сегодняшний день остается недостаточно изученной и требует уточнения характера и особенностей взаимодействия буроинъекционных свай с грунтовым основанием.

Из современного опыта геотехнического проектирования и строительства, основанного на экспериментальных исследованиях, известно, что фактическая несущая способность буроинъекционных свай малого диаметра (до 350 мм) существенно (до 3,5 раз) превосходит расчетную величину, определенную в соответствии с действующими нормативными документами. В диссертации соискателя ученой степени рассматривается решение актуального вопроса – выявление закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния и физико-механических характеристик сильносжимаемых пылевато-глинистых грунтов, происходящих при устройстве буроинъекционных свай, что требуется для достоверного прогнозирования их несущей способности и осадки.

В связи с вышеизложенным, актуальность, востребованность и своевременность выполнения работы сомнения не вызывают.

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

В анализируемой диссертационной работе была корректно поставлена цель исследования, которая заключается в установлении закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния и физико-механических характеристик грунтового основания при устройстве буроинъекционных свай, в том числе с созданием избыточного давления опрессовки по стволу, для прогнозирования их несущей способности и осадки. Данная цель согласуется как с названием диссертации, так и с поставленными задачами, всей структурой диссертации, полученными результатами и научной новизной.

Цель диссертационной работы полностью реализована и раскрыта через решение поставленных соискателем основных задач:

- усовершенствование технологии устройства буроинъекционных свай, выполняемых в условиях слабых пылевато-глинистых грунтов юга Тюменской области, которая повышает надежность свайных фундаментов;

- экспериментальное выявление закономерностей изменения физико-механических характеристик и напряженно-деформированного состояния пылевато-глинистых грунтов при устройстве буроинъекционных свай;

- установление и обоснование характера изменения сопротивления грунта по боковой поверхности буроинъекционных свай в зависимости от технологических и геометрических параметров их устройства;

– разработка усовершенствованных методик определения несущей способности и осадки буроинъекционных свай, выполняемых с избыточным давлением опрессовки, с учетом выявленных особенностей их взаимодействия с грунтовым основанием.

Объектом исследования соискатель определил грунтовое основание, сложенное слабыми пылевато-глинистыми грунтами, с изготовленными в нем буроинъекционными сваями, в том числе с созданием по стволу избыточного давления опрессовки.

Предметом исследования является изменение напряженно-деформированного состояния и физико-механических свойств грунтового основания, происходящее в процессе устройства буроинъекционных свай.

Основное содержание диссертационной работы отражено в опубликованных автором 8 научных работах, из которых 3 работы проиндексированы Scopus, 2 работы опубликованы в источниках по перечню ВАК РФ. Анализ содержания опубликованных работ показывает, что в них достаточно полно отражено основное содержание выполненного исследования. В своих публикациях автор раскрывает и подтверждает обоснованность разработанных научных положений диссертационного исследования.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Полученные научные результаты показывают, что они являются обоснованными и достоверными, так как получены с использованием методов исследования, основанных на современных принципах механики грунтов и с использованием современных методов лабораторных и полевых исследований, сертификационных и верификационных программных продуктов, поверенных и оттарированных приборов, оборудования и средств измерений, сопоставлением аналитических решений и численного моделирования с данными натурных экспериментальных исследований.

Диссертационная работа обладает научной новизной. В ходе выполнения исследования автором разработаны усовершенствованные методики определения несущей способности и осадки буроинъекционных свай малого диаметра, выполняемых с избыточным давлением опрессовки, с учетом выявленных закономерностей изменения физико-механических характеристик и напряженно-деформированного состояния пылевато-глинистых грунтов, также автором усовершенствована и апробирована технология устройства буроинъекционных свай, повышающая надежность свайного фундамента.

Полученные научные результаты, выводы и рекомендации соискателя можно охарактеризовать как соответствующие содержанию выполненных исследований.

Практическая значимость диссертационного исследования.

Практическая значимость работы заключается в разработке усовершенствованной технологии изготовления буроинъекционных свай малого диаметра для слабых пылевато-глинистых грунтов, которая позволяет исключить образование характерных для буровых свай дефектов, что повышает надежность свайного фундамента, а также в разработке инженерных методик определения несущей способности и осадки буроинъекционных свай.

Соответствие диссертационной работы критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней».

Область научного исследования и полученные научные результаты соискателя Сального И.С. соответствует паспорту специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения (технические науки), в части п.7 – «Разработка новых методов расчета, конструирования и устройства оснований, фундаментов и подземных сооружений при реконструкции, усилении и ликвидации аварийных ситуаций»; п.10 – «Разработка научных основ и основных принципов обеспечения безопасности нового строительства и реконструкции объектов в условиях сложившейся застройки, в том числе для исторических памятников, памятников архитектурного наследия и др.»; п.15 – «Экспериментальные исследования, направленные на изучение процессов взаимодействия фундаментов и грунтового основания, с целью выявления новых особенностей такого взаимодействия, оценки эффективности новых конструкций фундаментов, обоснования расчетно-теоретических моделей грунтового основания и численных решений геотехнических задач».

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые, научно обоснованные решения и разработки, имеющие практическое значение.

Замечания по диссертационной работе.

1. В диссертационной работе выполнен большой объем экспериментальных исследований по изучению изменения физико-механических характеристик контактного слоя грунта. Однако в дальнейшем эти данные не учитываются при определении несущей способности и осадок буроинъекционных свай, что снижает ценность и точность предложенных методик.

2. Из содержания диссертации (глав 2, 3) непонятно как определяется экспериментально сопротивление грунта по боковой поверхности буроинъекционной сваи.

3. В третьей главе диссертации приводятся результаты натурных экспериментальных исследований буроинъекционных свай при усилении оснований и фундаментов экспериментальных оснований и фундаментов

эксплуатируемых зданий. Однако в работе не приводятся сведения как учитывается влияние набора прочности бетона сваи под нагрузкой на дальнейшее деформирование буроинъекционной сваи и как это влияет на несущую способность.

4. В четвертой главе приводится методика определения осадки буроинъекционной сваи, основанная на результатах исследований З.Г. Тер-Мартirosяна. Определяется осадка сваи только за счет деформирования грунта по контактной поверхности (осадка ствола по боковой поверхности), принимается, что осадка грунта под пятой сваи и по ее боковой поверхности равные. Это требует пояснения и обоснования.

Указанные замечания отражают сложность, уникальность и многогранность рассматриваемой автором проблемы.

Заключение.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают значимости и законченности проведенных исследований соискателя Сального Ивана Сергеевича.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи – выявление закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния и физико-механических характеристик сильносжимаемых пылевато-глинистых грунтов, происходящих при устройстве буроинъекционных свай, для достоверного прогнозирования их несущей способности и осадки.

Диссертация написана автором самостоятельно, что свидетельствует о его личном вкладе в исследование. Диссертация обладает внутренним единством, изложена корректным профессиональным языком, все главы диссертационной работы логически выстроены и системно взаимосвязаны, дают полное представление о предмете, объекте и результатах научного исследования.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы и соответствуют содержанию работы. Диссертация основана на достаточном объеме аналитической информации и экспериментальных данных. Диссертация написана грамотным языком, логически структурирована и оформлена в соответствии с требованиями. Автореферат достаточно полно раскрывает основные положения диссертационной работы.

Таким образом, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые, научно обоснованные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития механики грунтов и геотехники. Работа соответствует критериям, установленным в п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842, а её автор Сальный Иван Сергеевич заслуживает присуждения ученой

степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании кафедры оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» «26» мая 2023 г., протокол № 4. Присутствовали: 11 чел. Проголосовали: «за» - 11, «против» - нет, «воздержались» - нет.

Председательствующий на заседании кафедры:

кандидат технических наук по специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения», доцент кафедры оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»


Королева Ирина Владимировна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет».

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 10

Тел.: +7 (843) 510-46-00

E-mail: info@kgasu.ru

Официальный сайт: www.kgasu.ru



Собственноручную подпись

И. В. Королева

удостоверяю

Начальник Отдела кадров

О. М. Милонова М. И.

« 10 » июня 2023 г.

СОГЛАСИЕ

Я, Королева Ирина Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры Оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в соответствии со ст. 9 Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О защите персональных данных» даю согласие на обработку моих персональных данных диссертационным советом 24.2.419.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», а именно совершение действий, предусмотренных п. 3 ст. 3 Федерального закона № 152-ФЗ со всеми данными, которые находятся в распоряжении диссертационного совета 24.2.419.02.

Согласие вступает в силу со дня его подписания и действует в течение неопределенного срока. Согласие может быть отозвано мною в любое время на основании моего письменного заявления.

«10» июня 2023 г.



 Королева И.В.

Собственноручную подпись <i>И.В. Королева</i>
удостоверяю
Начальник Отдела кадров <i>И.В. Шимонова</i>
10 06 2023г.



СОГЛАСИЕ

Я, Вдовин Евгений Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, проректор по научно-исследовательской деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в соответствии со ст. 9 Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О защите персональных данных» даю согласие на обработку моих персональных данных диссертационным советом 24.2.419.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», а именно совершение действий, предусмотренных п. 3 ст. 3 Федерального закона № 152-ФЗ со всеми данными, которые находятся в распоряжении диссертационного совета 24.2.419.02.

Согласие вступает в силу со дня его подписания и действует в течение неопределенного срока. Согласие может быть отозвано мною в любое время на основании моего письменного заявления.

«10» июня 2023 г.

Вдовин Е.А.



Собственноручную подпись <i>Е. А. Вдовина</i>
удостоверяю
Начальник Отдела кадров <i>О.А. Миланова</i>
<i>10.06.23</i>