

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-исследовательской работе  
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

Кайгородова Михаила Дмитриевича на тему:

«Регулирование геометрического положения плитных фундаментов методом  
изменения свойств грунтового основания»,

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 102 наименований и 4 приложений, содержит 115 страницы текста, 59 иллюстраций и 4 таблицы.

Диссертация изложена корректным профессиональным языком, все главы диссертационной работы логически выстроены и системно взаимосвязаны, дают полное представление о предмете, объекте и результатах научного исследования.

Во введении автор раскрывает актуальность темы, степень ее разработанности, объект и предмет исследования, цель и задачи исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и

методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов.

Первая глава посвящена анализу основных факторов вызывающих осадки, деформации и потери несущей способности оснований и фундаментов зданий и сооружений, классификации методов укрепления грунтов оснований и компенсации осадок, а также различных инъекционных методов.

Рассматриваются природные геологические и техногенные факторы, которые вызывают необходимость выбора и использования различных методов и приемов укрепления грунта и компенсации осадок оснований и фундаментов исходя из специфики технологии, применяемой для решения конкретных проблем с основанием, а также из объема работ, технического состояния фундаментов и здания в целом, скорости выполнения и поставленных задач.

Обзор в достаточной мере отражает состояние вопросов, решаемых в диссертационной работе.

Во второй главе диссертации рассмотрены результаты лабораторных исследований модели плитного фундамента, описаны методика и планирование эксперимента. Рассмотрено влияние вертикальных и наклонных скважин на техническое состояние фундаментных плит и их оснований.

Проведенные лабораторные испытания позволили обосновать эффективность разработанной технологии по снижению неравномерности осадок. По результатам серии экспериментов была воссоздана неравномерность осадок плоского штампа и затем в четыре стадии выбуривания с поэтапным увеличением глубины скважины снизить неравномерность осадок.

Полученные результаты являются новыми и могут быть использованы другими исследователями, а также при реальном проектировании усиления оснований.

Третья глава посвящена разработке методики аналитического расчета по определению основных технологических параметров по определению основных технологических параметров бурения вертикальных и малонаклонных скважин. Установлено, что основными параметрами, влияющими на состояние грунтового основания вокруг скважин, являются физико-механические характеристики грунтов, геометрия скважины, ее положение относительно фундамента и напряженное состояние основания. При этом одним из важных и малоизученных факторов, влияющих на эффективность способа выбуривания, является расположение скважины относительно фундамента мелкого заложения, в том числе плитного. Для выявления этих зависимостей в работе рассмотрены три основных случая расположения скважины: одиночная скважина в удалении от фундамента,

скважина под фундаментной плитой, скважина за пределами фундаментной плиты. Установлено, что при одинаковых физико-механических характеристиках грунта, геометрии скважины, устройства выбуриваемой скважины за контур фундамента позволяет увеличить зону пластических деформаций примерно в 2 раза, тем самым уменьшить частоту бурения и повысить эффективность предлагаемой технологии. Выявлено, что шаг бурения скважин необходимо выбирать из условия пересечения зон пластических деформаций скважин. Так, для рассмотренных случаев, при диаметре скважины 300 мм установлено, что шаг скважин при бурении в пятке здания составляет:  $1,5 d$ , а при бурении в непосредственной близости от фундамента (вне контура) эффективный шаг скважин увеличивается до  $3d$ , что позволяет говорить о высокой эффективности предлагаемого способа выравнивания кренов зданий на слабых грунтовых основаниях.

Установлено, что при расположении скважины за контуром фундаментной плиты, можно добиться одновременной потери устойчивости по стенке скважины и по целику. Для каждого конкретного случая предложенная методика расчета позволяет определить глубину потери устойчивости грунта в зависимости от размеров скважины, грунтовых условий, расположения относительно фундамента, давления под подошвой фундамента.

В четвертой главе рассмотрены результаты внедрения разработанной технологии на строящихся и на построенных объектах. Выполненные работы позволили установить, что:

- разработанный способ исправления кренов и предложенный метод расчета основных геометрических параметров бурения вертикальных скважин доказала свою эффективность на практике, а именно позволили назначить шаг и глубину бурения при известном диаметре скважины, для контролируемого изменения геометрического положения зданий и сооружений на плитных фундаментах в условиях залегания слабых грунтов.

- объема выбуриваемого грунта из скважин примерно равен объему клина выдавливаемого грунта из-под фундамента при выправлении крена, что рекомендуется использовать как критерий назначения технологических и геометрических параметров скважин.

- в условиях слабых пылевато-глинистых грунтов, прирост радиуса зоны пластических деформаций при вынесении скважины из контура фундаментной плиты увеличивается до двух раз, эффективность исправления крена существенно зависит от глубины скважины.

### **Актуальность темы исследований.**

В современных условиях во время эксплуатации зданий и сооружений оснований фундаментов подвергаются различным техногенным, природным и силовым воздействиям. Одной из основных и актуальных проблем является неравномерное деформирование оснований фундаментов, крены, которые приводят к негативным последствиям, вплоть до обрушения зданий и сооружений.

Таким образом, возникает необходимость в разработке и использовании эффективных методов, которые позволят устранить осадки зданий и сооружений и укрепить грунты основания путем решения различных геотехнических проблем, в зависимости от типа грунта и сложности ситуации.

Одним из эффективных современных методов активно используемых в последние годы для подъема оснований и фундаментов, является технология инъецирования грунта цементно-песчаным раствором и выбуриванием вертикальных скважин в активной зоне грунтового основания. Однако существует много технических аспектов данного способа, которые еще не обоснованы с научной точки зрения, и вопросы, на которые до сих пор не дан ответ, такие как отсутствие достаточных научно-технических обоснований совместного поведения композита (грунт - цементное тело) и выбуривания малонаклонных к вертикали цилиндрических полостей. Отсутствует метод выравнивания геометрического положения остова здания и сооружения, когда увеличивается абсолютная и неравномерная осадка во времени. Также отсутствуют данные по определению напряженно-деформированного состояния грунта вокруг скважины для грунтов различного состояния.

Вследствие этого возникает необходимость решения актуальной задачи, заключающейся в разработке эффективного метода регулирования геометрического положения зданий и сооружений на плитных фундаментах позволяющий контролируемо приводить объекты в требуемое пространственное положение путем выбуривания грунта вертикальными или малонаклонными к вертикали скважинами, в условиях оснований, сложенных слабыми пылевато-глинистыми грунтами.

Однако эта проблема на сегодняшний день остается недостаточно изученной.

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 состоит в оценке эффективности метода

выбуривания вертикальных и малонаклонных к вертикали скважин в пылевато-глинистых грунтах для снижения неравномерности осадки плоского штампа и выявления закономерностей влияния геометрических характеристик скважины при выбуривании грунта на процесс снижения неравномерности осадки плоского штампа. Данная цель согласуется как с названием диссертации, так и с поставленными задачами, всей структурой диссертации, полученными результатами и научной новизной.

Цель диссертационной работы корректно реализована и раскрыта через решение конкретных задач, которые точно сформулированы и логически структурированы соискателем:

- смоделировать неравномерность осадки плитного фундамента на слабом однородном глинистом основании;
- провести исследование влияния выбуривания вертикальных и малонаклонных к вертикали скважин на процесс снижения неравномерности осадки модели фундамента;
- выявление характера распространения изолиний перемещения в грунтовом основании модели исследуемого фундамента в процессе снижения неравномерности осадки.

Объектом исследования соискатель определил грунтовое основание, представленное пылевато-глинистым грунтом, ослабляемое выбуриванием вертикальных и малонаклонных к вертикали (до 30 градусов) различной длины цилиндрических полостей для достижения эффекта по снижению неравномерности осадки плоского штампа.

Предметом исследования являются напряженно-деформированное состояние грунтового основания, сложенного слабыми пылевато-глинистыми грунтами при выбуривании скважин с целью контролируемого регулирования геометрического положения зданий и сооружений на плитных фундаментах.

Основное содержание диссертационной работы отражено в опубликованных автором 7 научных работах, из которых 1 работа – индексированы Scopus, 3 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.**

Анализ сформулированной научной новизны и научных результатов показывает, что они обоснованы, так как получены с использованием

достижений строительной науки и современных методов лабораторных и полевых исследований, сертификационных и верификационных программных продуктов, составлением результатов численного моделирования и аналитического расчета с данными полномасштабных полевых исследований.

Рецензирование диссертации показало, что из сформулированных в работе авторских положений научной новизны, состоящей в теоретическом и экспериментальном обосновании параметров бурения, позволяющих эффективно применять метод устройства вертикальных или малонаклонных скважин для выравнивания неравномерности осадок и контролируемого регулирования геометрического положения зданий и сооружений, на основаниях, сложенных слабыми пылеватоглинистыми грунтами и, в результате работы был предложен и обоснован метод контролируемого регулирования геометрического положения зданий и сооружений на плитных фундаментах в условиях слабых грунтовых оснований, разработана методика определения основных параметров скважин при выбуривании грунта для снижения жесткости основания с целью контролируемого регулирования геометрического положения зданий и сооружений на плитных фундаментах, выявлены наиболее значимые параметры влияющие на процесс снижения неравномерности осадки при устройстве вертикальных или малонаклонных скважин для выравнивания неравномерности осадок зданий и сооружений. Это можно определить в целом как состоявшийся, обоснованный и достоверный научный результат.

Выводы и рекомендации соискателя можно определить как соответствующие содержанию выполненных исследований и достоверные научные результаты.

#### **Практическая значимость диссертационного исследования.**

Практическая значимость работы заключается в обосновании, разработке и доказательстве эффективности метода регулирования геометрического положения зданий и сооружений на плитных фундаментах в условиях слабых оснований путем выбуривания грунта вертикальными или малонаклонными скважинами, при сложных, нестабилизирующихся кренах.

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

Изучение научной новизны и полученных результатов соискателя Кайгородова М.Д. в его диссертационной работе показало, что они в целом соответствуют паспорту специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения. В диссертационной работе соискателя Кайгородова М.Д. содержится решение задачи, имеющей большое значение для отрасли

при усилении оснований фундаментов, а именно проблема стабилизации осадок фундаментов и ликвидации кренов объектов в условиях слабых оснований, при сложных, нестабилизирующихся кренах.

Практическая значимость выполненной работы подтверждается фактами использования результатов диссертационного исследования при выполнении работ по контролируемому регулированию геометрического положения многоэтажного двухсекционного жилого дома в г. Тюмени.

Диссертация написана автором самостоятельно, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. 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.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые, научно обоснованные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития строительства при усилении оснований фундаментов с выравниванием осадок.

Предложенные автором диссертации решения согласуются и не противоречат известным данным других исследований. Автором диссертационного исследования выполнен обзор и анализ состояния вопросов, решаемых в диссертации. В работе соискателем приводится качественное и количественное сравнение полученных им решений путем сопоставления результатов расчета с данными полномасштабных реальных зданий.

#### **Замечания по диссертационной работе.**

1. Воздействие увлажнения за счет атмосферных осадков и техногенных вод приводит к снижению угла внутреннего трения и удельного сцепления укрепленного грунта. Однако в диссертации не указывается как учитывается влияние изменения этих параметров при моделировании напряженно-деформированного состояния основания после усиления и выбуривания скважин в случае возможного изменения влажности грунтов.

2. Автор решает задачу по регулированию осадок здания (то есть решается деформационная задача), однако в диссертации приводится методика определения напряжений в различных зонах скважины и решается задача определения прочности грунта в пластических зонах. Однако из содержания диссертации не понятно, как производится переход к деформациям грунта в пластических зонах, а также как будет учитываться при этом изменение напряженно-деформированного состояния массива на

различных стадиях (после усиления, после выбурирования и во время эксплуатации зданий и сооружений).

3. В диссертации не приведена методика аналитического определения критериальных признаков эффективного регулирования геометрического положения зданий и сооружений на плитных фундаментах.

4. Из текста диссертации не ясны принятые предпосылки, допущения и расчетная схема пластического деформирования грунта в зоне между скважинами как по горизонтали, так и по вертикали.

5. При обосновании расчетной схемы деформирования грунта основания фундаментов автор не учитывает изменения напряженно-деформированного состояния грунтового основания после выбурирования вследствие изменения реологических свойств грунтов во время эксплуатации.

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

### **Заключение.**

Автором проведена большая работа, указанные замечания не снижают значимости и законченности проведенных исследований соискателя Кайгородова Михаила Дмитриевича.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи – теоретическом и экспериментальном обосновании параметров бурения, позволяющих эффективно применять метод устройства вертикальных или малонаклонных к вертикали скважин для выравнивания неравномерности осадок и контролируемого регулирования геометрического положения зданий и сооружений на основаниях, сложенных слабыми пылевато-глинистыми грунтами.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы и соответствуют содержанию работы. Диссертация основана на достаточном объеме аналитической информации и экспериментальных данных. Диссертация написана грамотно, логически структурирована и аккуратно оформлена. Автореферат достаточно полно раскрывает основные положения диссертации.

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 Кайгородов Михаил Дмитриевич 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» ноября 2021 г., протокол №10. Присутствовали: 11 чел. Проголосовали: «за» - 11, «против» - нет, «воздержались» - нет.

Председательствующий на заседании кафедры доктор технических наук по специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения», профессор, заведующий кафедрой оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

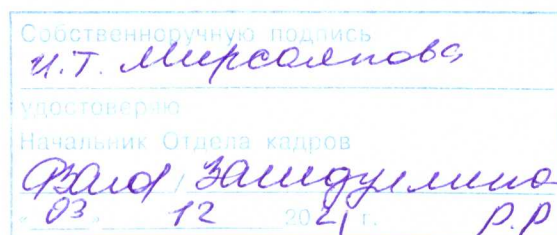
  
\_\_\_\_\_ Мирсаяпов Илизар Талгатович

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

  
\_\_\_\_\_ Мирсаяпов Илизар Талгатович

Подпись Мирсаяпова Илизара Талгатовича  
заверяю \_\_\_\_\_

Начальник отдела кадров  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
архитектурно-строительный университет»



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет».  
420043, г. Казань, ул.Зеленая. 1  
Тел.: +7 (843) 510-46-01  
E-mail: info@kgasu.ru  
Официальный сайт: [www.kgasu.ru](http://www.kgasu.ru)

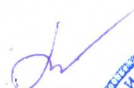
Ректору ФГБОУ ВО «Тюменский  
индустриальный университет»  
канд. экон. наук, доценту,  
В.В. Ефремовой

## СОГЛАСИЕ

Я, Вдовин Евгений Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, проректор 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 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 ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

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.

« 03 » 12 2021 г.



Вдовин Е.А.

