

## О Т З Ы В

на диссертацию Кайгородова Михаила Дмитриевича «Регулирование геометрического положения плитных фундаментов методом изменения свойств грунтового основания», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

### **Актуальность темы диссертационной работы.**

В диссертационной работе Кайгородова М.Д. решена **актуальная задача** по разработке методики выравнивания неравномерных осадок и ликвидации кренов зданий и сооружений, возведенных на плитных фундаментах, методом выбуривания вертикальных скважин.

Рецензируемая диссертационная работа посвящена изучению напряженного состояния грунтового основания, сложенного слабыми пылевато-глинистыми грунтами, при выбуривании вертикальных и наклонных скважин с **целью** разработки практического метода регулирования геометрического положения (осадок) зданий и сооружений на плитных фундаментах. Основой данного метода должно являться аналитическое решение задачи об определении основных параметров скважин: глубины, диаметра, шага бурения. Предлагаемый соискателем метод, по моему мнению, имеет право на существование наряду с широко используемым методом регулирования осадок путем устройства горизонтальных скважин под фундаментной конструкцией.

Для достижения поставленной цели автором сформулирован **ряд задач**, который включает: выполнение анализа способов регулирования неравномерных осадок зданий и сооружений; проведение лабораторных исследований, подтверждающих возможность использования и эффективность применения вертикальных и наклонных скважин для корректировки осадки моделей плитных фундаментов; отыскание основных характеристик НДС грунтового массива в окрестностях вертикальных скважин и выявление параметров бурения, эффективно влияющих на процесс устранения неравномерных осадок и кренов; выполнение промышленного внедрения разработки.

**Научная новизна работы** состоит в теоретическом и экспериментальном обосновании параметров бурения, обеспечивающих эффективное применение метод устройства вертикальных или мало наклонных скважин для устранения неравномерных осадок и кренов зданий и сооружений на основаниях, сложенных слабыми пылевато-глинистыми грунтами.

К наиболее значимым **научным результатам**, полученным соискателем, можно отнести: метод контролируемого регулирования вертикальных отметок плитных фундаментов зданий и сооружений на слабых грунтовых основаниях; методику определения основных параметров скважин, устраиваемых для снижения жесткости основания; определение параметров скважин наиболее эффективно влияющих на процесс устранения

неравномерных осадок и кренов методом устройства вертикальных или мало наклонных скважин.

**Теоретическая значимость работы** заключается в: постановке и аналитическом решении задачи, являющейся теоретической основой технологии устранения неравномерных осадок и кренов зданий, возводимых на плитных фундаментах в условиях слабых пылевато-глинистых грунтов методом выбуривания вертикальных и мало наклонных скважин; определении параметров скважин, обеспечивающих максимальную эффективность предлагаемого метода.

**Практическая ценность работы** заключается в теоретическом обосновании, разработке и доказательстве эффективности метода регулирования осадок и кренов зданий и сооружений, возводимых на плитных фундаментах в условиях слабых оснований путем устройства вертикальными или мало наклонными скважин.

**Личный вклад, степень обоснованности и достоверность полученных автором результатов, основных выводов и рекомендаций** заключается в разработке метода регулирования осадок и кренов зданий и сооружений, возводимых на плитных фундаментах в условиях слабых оснований; в разработке методики расчета параметров скважин; определении факторов, наиболее эффективно влияющих на процесс снижения неравномерности осадок и кренов фундаментов; разработке программного продукта GsMonitor; участии в выполнении и реализации реального проекта по контролируемому регулированию осадок многоэтажного двухсекционного жилого дома, расположенного по адресу: г. Тюмень, ул. Малиновского, ба. Достоверность предоставленных автором результатов экспериментов обусловлена их соответствием данным ранее выполненным исследований, применением современных приборов и математической обработкой данных. Обоснованность выводов и рекомендаций подтверждается результатами лабораторными и полевыми экспериментами.

#### **Оценка диссертационной работы и ее завершенности.**

**Во введении** обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, дается оценка степени ее изученности, определена цель исследования и сформулированы задачи, решение которых необходимо получить для ее достижения. Отмечается вклад соискателя в решение поставленных задач.

**В первой главе** диссертационной работы приводится анализ практических способов устранения неравномерных осадок фундаментов зданий и сооружений, и, как следствие, их кренов. Делается вывод о том, что для выравнивания неравномерных осадок фундаментов мелкого заложения (в том числе и плитных), устраиваемых на слабых пылевато-глинистых грунтах, перспективным является метод, основанный на выбуривании вертикальных и мало наклонных (по терминологии автора) скважин в активной зоне грунтового основания.

**Во второй главе** приводятся результаты лабораторных исследований поведения модели плитного фундамента при устранении ее неравномерных

осадок методом, основанном на устройстве вертикальных скважин в активной зоне фундамента.

Интересными и представляющими научный интерес результатами являются:

1. Установлено возникновение призм сдвига грунта активной зоны в сторону скважины как в случае вертикальной, так и наклонной ее ориентации (рис. 2.7-2.10 стр. 35,36 и рис.2.13-2.16 стр. 39). Заполнение объема скважин грунтом из зон сдвигов (активной зоны фундамента) влечет за собой выравнивание неравномерных осадок модели плитного фундамента.

2. Показано, что выравнивание неравномерных осадок модели плитного фундамента в случае устройства наклоненных под углом  $30^\circ$  к вертикали скважин происходит при меньших значениях их диаметра и глубины, нежели при устройстве вертикальных скважин (рис. 2.11; 2.16, стр. 37,40).

3. Из графиков, приведенных на рис. 2.11 и 2.16 видно, что время выравнивания неравномерных осадок при использовании наклонных скважин в два раза меньше, чем при использовании вертикальных скважин: 17 и 35 дней соответственно.

Эти и другие результаты, полученные автором в процессе экспериментального исследования, подтвердили предположение о возможности использования вертикальных и наклонных скважин, устраиваемых в активной зоне фундамента, для выравнивания неравномерных осадок зданий, возводимых на плитных фундаментах.

В **третьей главе** диссертации предложена математическая модель напряженного состояния грунтового массива в окрестности вертикальной скважины, расположенной в активной зоне фундамента. Для определения напряжений от внешней нагрузки передаваемой фундаментом, автор использует решение Митчелла, а напряжения от собственного веса грунта определяет тривиальным способом с учетом коэффициента бокового давления. Используя принцип суперпозиции и, выражая упомянутые выше напряжения в полярной системе координат, автор для определения напряжений в окрестности вертикальной скважины использует несколько измененную им формулу Н.С.Булычева (1994). Теперь, зная напряжения, автор подставляет их значения в выражение условия пластичности Кулона, и отыскивает размеры и форму областей пластических деформаций, образующихся в окрестности скважины. Данная процедура отыскания пластических областей в окрестности скважины формализована в компьютерной программе «GsMonitor», которая кроме этого позволяет определять для каждого конкретного случая выравнивания неравномерной осадки расчетные параметры скважин: глубину, диаметр, шаг бурения.

В **четвертой главе** описана процедура выравнивания неравномерных осадок реального объекта – двухсекционного жилого комплекса, расположенного по адресу: г. Тюмень, ул. Малиновского, ба.

В ходе проведения геодезического мониторинга для девятиэтажной секции разность осадок по разрезу торца здания составила 18см, для

четырнадцатипятиэтажных секций разность осадок составила 28,5 см. Условием выравнивания неравномерной осадки здания является полное замещение грунта, удаленного из скважин, грунтом призм сдвига (рис. 2.7-2.10 стр. 35,36 и рис. 2.13-2.16 стр. 39).

В ходе производства работ по устройству скважин подсчитано, что для четырнадцатипятиэтажной секции из скважин удалено  $115,2 \text{ м}^3$  грунта, а для девятиэтажной –  $93 \text{ м}^3$ .

При расчетах по определению размеров областей пластических деформаций (а именно они определяют объем грунта, заполняющего в конечном итоге объем скважин) при помощи компьютерной программы «GsMonitor» использованы физико-механические характеристики грунта, полученные в результате инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2016 году. При этом варьировались параметры скважин – их глубина, диаметр и шаг бурения. В результате установлено, что условие полного замещения грунта, удаленного из скважин, грунтом призм сдвига будет выполнено, если приняты следующие параметры скважин: диаметр  $d=0,3 \text{ м}$ , глубин  $L=12 \text{ м}$  от дневной поверхности, шаг свай равен  $3d$ . В итоге оказалось, что объем грунтового «клина», который необходимо «переместить» в скважины для выравнивания здания, отличается не более чем на 10% от суммарного объема грунта, удаленного из скважин при их устройстве (бурении).

В результате производства работ по устройству скважин удалось остановить рост абсолютных осадок фундаментной плиты и приступить к ее выравниванию. Все работы закончены в октябре 2016 года, в это же время объект сдан заказчику. Проведенный мониторинг показал отсутствие роста абсолютных осадок и кренов здания.

**В заключении** автором дана оценка результатов исследования.

Анализируя приведенные выше основные результаты диссертационного исследования Кайгородова М.Д. на тему «Регулирование геометрического положения плитных фундаментов методом изменения свойств грунтового основания» можно констатировать следующее:

1. В результате анализа данных, приведенных в научной литературе, автором выдвинута гипотеза о возможности регулирования осадок плитных фундаментов, устраиваемых на слабых пылевато-глинистых грунтах, при помощи устройства вертикальных или мало наклонных скважин по периметру здания в активной зоне его фундамента.

2. На основе результатов физического моделирования процесса выравнивания неравномерных осадок показана принципиальная возможность реализации выдвинутой автором гипотезы. Сформулирована цель диссертационного исследования и задачи, решение которых обеспечит ее достижение.

3. Построена модель напряженного состояния грунтового массива в окрестности вертикальной сваи, расположенной в активной зоне основания плитного фундамента. Приведены формулы для вычисления напряжений и определения положения и размеров областей пластических деформаций,

5

возникающих вдоль ствола скважины. Построен алгоритм, позволяющий определить параметры скважин (диаметр, глубину, шаг), позволяющие в каждом конкретном случае обеспечить устранение неравномерных осадок фундамента. Данный алгоритм формализован в компьютерную программу «GsMonitor», которая использована автором при разработке мероприятий по устранению неравномерных осадок многоэтажного двухсекционного жилого дома, расположенного по адресу: г. Тюмень, ул. Малиновского, ба.

4. На основании результатов выполненных исследований автором предложен и реализован технологический процесс выравнивания неоднородных осадок многоэтажного двухсекционного жилого дома.

Основываясь на выше сказанном можно утверждать, что задачи, поставленные автором, решены, и цель диссертационного исследования достигнута.

Тем не менее, следует указать на некоторые недостатки диссертации:

1. Автор весьма вольно обращается с русским языком, грешит тафталогией, неправильно строит предложения, не всегда в ладах с терминологией. Ну, например, «теоретическое распределение изолиний напряжений...» (стр. 47).

2. Изложение материала не всегда последовательное, что затрудняет его восприятие и понимание.

3. На стр. 5 и стр. 28 диссертационной работы задачи исследования сформулированы по-разному.

4. Содержание рисунка 1.8 на стр. 26 находится в противоречии с формулой (1.3). Что это? Описка?

5. Автор везде использует аббревиатуру НДС (напряженно-деформированное состояние), хотя надо использовать НС (напряженное состояние), так как в диссертации ни слова не сказано о деформациях.

6. Следовало бы подробно аргументировать возможность использования формулы Н.С.Булычева для определения напряжений в окрестности вертикальной скважины.

Однако указанные замечания не уменьшают научной и практической значимости диссертации.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки; тема диссертации соответствует паспорту научной специальности: 2.1.2. - Основания и фундаменты, подземные сооружения, а именно, пункту п.7 (Разработка новых методов расчета, конструирования и устройства оснований, фундаментов и подземных сооружений при реконструкции, усилении и ликвидации аварийных ситуаций) и п.12 (Разработка научных основ, методов и конструктивных решений защиты территорий, а также конструктивных решений оснований и фундаментов, реализующих функцию защиты зданий и сооружений от опасных природных и техногенных воздействий).

Диссертационная работа Кайгородова М.Д. на тему «Регулирование геометрического положения плитных фундаментов методом изменения свойств грунтового основания» по своему содержанию и ценности

полученных результатов соответствует критериям, установленным в Положении о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а также всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кайгородов Михаил Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

**2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.**

**Официальный оппонент: Богомолов Александр Николаевич**

**Ученая степень:** доктор технических наук 05.23.02 (2.1.2) – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

**Ученая звание:** профессор

**Почтовый адрес:** 400074. Волгоград, ул. Циолковского, 39, кв. 27.

**Телефон:** +7(902) 362-74-10

**E-mail:** [banzaritcyn@mail.ru](mailto:banzaritcyn@mail.ru)

**Полное название организации:** пенсионер.

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

Официальный оппонент, д.т.н.,  
профессор

02.12.21



А.Н.Богомолов

Российская Федерация.

Город Волгоград.

Второго декабря две тысячи двадцать первого года.

Я, Изоткин Владимир Вячеславович, нотариус города Волгограда, свидетельствую подлинность подписи Богомолова Александра Николаевича.

Подпись сделана в моём присутствии.

Личность подписавшего документ установлена.

Зарегистрировано в реестре: № 34/84-н/34-2021-3-1307.

Уплачено за совершение нотариального действия: 100 рублей.



*[Handwritten signature]*  
В. В. Изоткин



Прочитано, пронумеровано  
и скреплено в \_\_\_\_\_  
на целости

*[Handwritten mark]* \_\_\_\_\_ листак  
Нотариус г. Волгограда  
Изоткин В.В.