

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента
Мариничева Максима Борисовича
на диссертацию Михайлова Виктора Сергеевича
на тему «Прогноз колебаний большеразмерных свайных фундаментов с учетом резонансных эффектов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

При подготовке отзыва на диссертационную работу Михайлова В.С. рассмотрены следующие материалы:

- Текст диссертационной работы на 252 страницах, состоящей из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 196 наименований, двух приложений, включая 122 рисунка и 52 таблицы.
- Автореферат диссертации объемом 23 страницы, включая 10 рисунков и две таблицы.
- Опубликованные работы соискателя по теме диссертации.

1. Актуальность темы

Диссертационная работа Михайлова Виктора Сергеевича посвящена решению актуальной проблеме развития городов – расчету и проектированию большеразмерных свайных фундаментов в условиях сложных инженерно-геологических процессов, к которым относятся динамические воздействия.

Многоэтажное и высотное строительство активно развивается в регионах с высоким риском сейсмической опасности и на площадках со слабыми грунтовыми основаниями, на которых свайные фундаменты являются наиболее эффективными. Корректный учет динамических воздействий и своевременная оценка возможности развития резонансных эффектов важны для обеспечения общей механической безопасности системы «основание – свайный фундамент – сооружение».

В связи с этим, выбранная автором тема, цель и поставленные задачи исследований в настоящем диссертационном исследовании, на мой взгляд, являются актуальными.

2. Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность научного труда определяется тем, что теоретические и экспериментальные результаты работы и выводы автора согласуются с фундаментальными основами механики твердого деформируемого тела и механики грунтов, с известными положениями теории колебаний и с решениями, полученными с применением апробированных методик. Достоверность экспериментальных результатов подтверждена результатами численного моделирования с использованием сертифицированных программ и результатами известных аналитических и численно-аналитических методов решения задачи.

Научная новизна работы состоит в комплексном обосновании метода расчета большеразмерных свайных фундаментов в зависимости от возможности

развития резонансных эффектов и от жесткости ростверка и сооружения, в том числе:

1. Разработана комбинированная пространственная модель большеразмерного свайного основания, которая учитывает его резонансные свойства и включает энергетический критерий дискретизации ближней зоны основания, аналитическую свайную ячейку для соответствия малого шага свай укрупненным конечным элементам ближней зоны, а также подстилающее аналитическое полупространство на глубине сейсмореализующей толщи.

2. Для условий, когда невозможно развитие резонанса между основанием и сооружением с жестким большеразмерным свайным фундаментом, разработана упрощенная численно-аналитическая модель пропорциональных деформаций, основанная на модификации подхода Н.З. Готман с применением аналитических зависимостей по С.В. Harden и нормативных динамических свойств грунтов по О.А. Савинову.

3. Уточнены данные о влиянии поверхностных волн в основании на внутренние усилия в сваях, которые могут значительно повышаться по сравнению с результатами нормативного метода расчета по линейно-спектральной теории в случае резонанса сооружения и фундамента.

4. Установлена зависимость резонансных свойств основания от мощности сейсмореализующей толщи, использующая нормативные динамические свойства грунтов по О.А. Савинову и позволяющая оценить наличие резонанса с высокой точностью относительно полевых данных.

Непосредственно автором выполнялось численное моделирование и натурные исследования колебаний свайных фундаментов и сооружений, был предложен алгоритм метода расчета колебаний большеразмерных свайных фундаментов с использованием комбинированной пространственной модели в условиях развития поверхностных волн или с использованием численно-аналитической модели пропорциональных деформаций, когда невозможно развитие эффектов резонанса между жестким фундаментом и основанием.

2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Выводы работы основаны на известных подходах математического моделирования и моделях механики грунтов, на апробированных методах численного решения аналогичных задач методом конечных элементов. В процессе решения поставленных задач были использованы классические методы системного анализа, планирования и проведения экспериментов. В качестве экспериментальных методов оценки достоверности динамических параметров расчетных моделей были использованы: полевые исследования отклика массива грунта и большеразмерного свайного основания на микросейсмические вибрации; специальные лабораторные исследования динамических свойств грунтов; натурные исследования грунтов сваями методом статического нагружения с параллельным тензометрическим контролем напряженно-деформированного состояния свай.

3. Теоретическая значимость работы

Теоретическая ценность диссертационной работы заключается в экспериментально-теоретическом обосновании и модификации двух существующих расчетных моделей для учета динамических нагрузок на большеразмерные свайные фундаменты при отсутствии резонанса. Формализован энергетический критерий и методы оптимизации пространственных численных моделей грунтовой среды с целью сокращения скорости выполнения численных расчетов большеразмерных свайных фундаментов. Разработана аналитическая модель укрупненной свайной ячейки, позволяющая получать приведенную жесткость небольшой группы свай, соответствующая оптимизированному шагу разбиения модели ближней зоны грунтового основания.

4. Практическое значение работы

Предложенный автором комплексный метод расчета большеразмерных свайных фундаментов позволяет проектировать свайное основание в зависимости от возможности развития резонансных эффектов и от жесткости расположенной на свайном основании системы «свайный ростверк – сооружение». Предложен для оценки динамических характеристик свайных оснований простой полевой метод исследования свайного фундамента на всех этапах его жизненного цикла. Предложенный метод HVSR (horizontal to vertical spectra ratio) использует малоамплитудные колебания естественного и техногенного микросейсмического поля, позволяет инструментально оценивать частотные характеристики проектируемого и возводимого свайного фундамента с использованием стандартного виброизмерительного оборудования.

Результаты исследований и выносимые на защиту положения были внедрены при проектировании и строительстве многоэтажных и высотных зданий в Барнауле, Владивостоке, Грозном, Кемерово и Новосибирске. Результаты научной работы Михайлова В.С. могут быть использованы в работе проектных, научно-исследовательских и образовательных организаций.

5. Анализ и оценка содержания диссертации

Во введении представлены цель, пять поставленных задач, методология исследований, теоретическая и практическая значимость, четыре пункта научной новизны и три пункта, выносимые на защиту, указан личный вклад автора с обоснованием достоверности полученных результатов и выводов, представлена многократная апробация работы на 19 международных и российских конференциях, в 50 публикациях по теме диссертации.

В первой главе рассмотрено современное состояние и выполнено обобщение научной проблемы в области расчета свайных фундаментов на динамические нагрузки. Приведены подходы к расчету осадки и наиболее значимые существующие аналитические и эмпирические методы расчета свайных фундаментов большого размера (более 25 свай в группе).

Во второй главе предложены теоретические положения для выполнения комплексного расчета большеразмерных свайных фундаментов. Выполнены необходимые численно-аналитические исследования. Формализован критерий

развития резонанса при колебаниях фундамента и основания. Рассмотрены методы моделирования сейсмического воздействия с использованием силового и кинематического подходов. Предложены три подхода к решению задачи расчета колебаний большеразмерных свайных фундаментов. Сформулированы подходы по оптимизации конечно-элементной модели грунтовой среды в зависимости от значимой для анализа частоты собственных колебаний сооружения или основания, а также в зависимости от соответствующих длин волн на основании энергетического анализа системы. Разработана аналитическая модель укрупненной динамической свайной ячейки, позволяющая совместить оптимизированную пространственную модель грунтовой среды и расчетную модель большеразмерного свайного поля.

В третьей главе приведены материалы выполненных численных исследований колебаний большеразмерных свайных фундаментов методом конечных элементов с использованием контактных, пространственных и комбинированных моделей. Выполнено сопоставление численного и аналитического решения задачи динамического анализа колебаний грунтового основания. Выявлена устойчивая зависимость резонансного периода колебаний грунтового основания от мощности сейсмореализующей толщи. После аналитической проверки достоверности численного метода расчета пространственных моделей основания была выполнена оценка влияющих факторов путем сопоставления вариантов моделирования большеразмерных свайных фундаментов.

В четвертой главе приведены результаты натурных полевых исследований и подтверждение достоверности предлагаемой комбинированной модели большеразмерных свайных оснований на примере трех высотных зданий.

Полевые исследования резонансных свойств свайных оснований проводились методом малоамплитудных измерений колебаний свайных фундаментов с использованием трехканальных сейсмостанций с механическими и электродинамическими сейсмоприемниками. Для рассмотренных трех площадок получены аналогичные полевые данные, свидетельствующие об удвоении сейсмической жесткости свайного основания на дне котлована по сравнению с исходной жесткостью массива грунта на отметке естественного рельефа.

В пятой главе приведены рекомендации к применению комплексного метода расчета большеразмерных свайных фундаментов. Представлена блок-схема алгоритма расчета с кратким описанием этапов. Даны рекомендации по полевой оценке параметров демпфирования основания с использованием специальных лабораторных исследований динамических свойств грунтов. Предложен подход по оценке несущей способности свай при сейсмических нагрузках по результатам натурных исследований грунтов сваями при их статическом нагружении. Определены направления дальнейшего развития темы научных исследований.

7. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертация соответствует критериям, установленным пунктами 10, 11, 14 «Положения о присуждении ученых степеней». Положения диссертации и результаты исследований опубликованы в 50 печатных работах, в том числе в

четырёх ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных научных результатов диссертаций, в трёх изданиях, индексируемых в международных реферативных базах SCOPUS и Web of Science, а также в трёх патентах на изобретение. Автореферат в полном объеме отражает основное содержание диссертационной работы. Выводы научной работы отражают цели и задачи, поставленные при выполнении научных исследований. Тема диссертации соответствует пунктам 4, 6, 9 паспорта научной специальности: 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

8. Достоинства и недостатки

Замечания и вопросы по диссертационной работе:

1. Представленные в работе исследования: в численной, аналитической и натурной постановке проводились для объектов, расположенных на горизонтальной плоскости, в то время как зачастую сейсмические регионы характеризуются значительным перепадом отметок рельефа. Как, по мнению автора, учет таких особенностей отразится на построении корректной расчетной схемы и на получаемых результатах при ее динамическом поведении?

2. Какой элемент в своих исследованиях автор предлагает считать сваей – любой жесткий вертикальный элемент в грунте, в том числе грунтоцементные колонны, буроинъекционные сваи, баретты? Какая область применения таких элементов исходя из их гибкости и соотношения длины к диаметру будет адекватна для рассматриваемых в работе динамических задач, поскольку на итоговый результат будет существенно оказывать влияние не только жесткость ростверка и надземного строения, но и заглубленных в грунт элементов?

3. Можно ли компенсировать резонансные эффекты за счет выполнения шарнирного сопряжения между сваями и фундаментной плитой и как влияет жесткость этого узлового соединения на итоговые результаты?

4. Всегда ли корректно сводить задачу к элементарной динамической свайной ячейке, которую рассматривает автор в своих исследованиях, и далее распространять это на работу всего фундамента? Во многих случаях сваи в реальных проектах выполняются не по регулярной сетке, а привязаны к осям основных несущих конструкций и частота их расстановки в плане существенно меняется, определяя динамическую анизотропность под пятном фундаментной плиты. Насколько применимы полученные результаты в таких случаях?

5. В работе нет сведений о том, как было замоделировано в численных экспериментах интерфейсное взаимодействие свай с окружающим грунтом и как это взаимодействие по-разному учитывается при статических и динамических нагружениях системы.

6. Какую нелинейную модель грунта автор считает наиболее приемлемой для решения рассматриваемых в работе динамических задач и почему?

7. Следует дополнительно пояснить насколько обоснована достоверность результатов, полученных аналитическим и численным решением задачи и путем проведения натуральных исследований. Совпадает ли амплитуда теоретических решений с экспериментальными данными?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Михайлова Виктора Сергеевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором аналитических, численных и экспериментальных исследований разработаны теоретические положения, квалифицируемые в совокупности как решение научной задачи - разработка комплексного метода расчета большеразмерных свайных фундаментов для прогнозирования динамического поведения системы «сооружение – свайный фундамент – основание» в условиях динамических и сейсмических воздействий, включая кинематическое возбуждение и учет развития резонансных эффектов, которая обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью для развития строительной отрасли.

На основании рассмотренных материалов оппонент заключает, что несмотря на указанные замечания диссертация Михайлова Виктора Сергеевича на тему «Прогноз колебаний большеразмерных свайных фундаментов с учетом резонансных эффектов» содержит необходимые и достаточные признаки научно-квалификационной работы, соответствующей пунктам 4, 6 и 9 паспорта специальности 2.1.2. – «Основания и фундаменты, подземные сооружения» и отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор представленной работы Михайлов Виктор Сергеевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Официальный оппонент,

Мариничев Максим Борисович,

доктор технических наук по специальности 05.23.02 (2.1.2) –

«Основания и фундаменты, подземные сооружения»,

доцент, профессор кафедры «Оснований и фундаментов»,

федеральное государственное автономное образовательное


учреждение высшего образования «Кубанский

государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Адрес: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13

Телефон: +7 (861) 221-59-15, E-mail: marinichev@list.ru

«28» апреля 2026 г.



М.Б. Мариничев

Я, Мариничев Максим Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации, и их дальнейшую обработку

«28» апреля 2026 г.



М.Б. Мариничев

Подпись доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Основания и фундаменты» КубГАУ Мариничева М.Б. заверяю



Отдела Кадров

М.И. Удовицкая