

## ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Белаш Татьяны Александровны,  
на диссертационную работу Минаева Олега Петровича на тему  
«Основы и методы уплотнения грунтов оснований для возведения зданий и  
сооружений», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

### **Актуальность избранной темы диссертации**

Обеспечение безопасной и надежной работы различных сооружений в условиях залегания слабых водонасыщенных грунтов является одной из наиболее сложных инженерных задач. Улучшение физико-механических свойств таких оснований может быть достигнуто путем механического уплотнения грунтов. При этом наиболее эффективным способом уплотнения является использование динамического воздействия.

Современный анализ исследований последних лет свидетельствует о значительном объеме расчетных и экспериментальных исследований в области улучшения несущей способности оснований, в частности, и с использованием динамических методов глубинного уплотнения.

Между тем, учитывая, что в настоящее время существенно возрос объем строительства различных сооружений в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях, включая и строительство крупных гидротехнических сооружений, вопросы, связанные с развитием и совершенствованием методов динамического уплотнения слабых водонасыщенных грунтов, включая песчаные грунты с обоснованием эффективности этих методов нельзя признать полностью изученными. При этом следует заметить, что в сейсмических районах во время землетрясения в рассматриваемых грунтах может возникнуть эффект разжижения грунтов, что катастрофически сказывается на состоянии сооружений.

В связи с этим весь комплекс взаимосвязанных задач, поставленных автором диссертационной работы, имеющей своей целью обосновать выбор метода и основных параметров вибродинамического уплотнения различных грунтов оснований и разработать новые способы глубинного уплотнения песчаных и других грунтов оснований, в том числе водонасыщенных, расширение области их применения для возведения зданий и сооружений различного назначения, следует признать актуальным и имеющим важное народнохозяйственное значение.

### **Научная новизна основных результатов диссертации**

Научная новизна полученных в диссертационной работе результатов, выводов и рекомендаций изложены в заключении диссертации.

Первый вывод касается обоснования методики выбора способов вибродинамического уплотнения песчаных и других оснований для возведения зданий и сооружений.

В нашей стране методам вибродинамического уплотнения грунтов оснований для улучшения их несущей способности уделялось большое внимание, начиная с 50-х годов прошлого столетия. Здесь следует отметить большой вклад московской, ленинградской и других школ специалистов области грунтов и оснований. В некоторых разработках, выполняемых этими специалистами, в частности ленинградской школы, принимал участие и автор рецензируемой работы, то есть он стоял непосредственно у истоков развития этого направления. Это подтверждается

многочисленными его публикациями, в которых он является единоличным участником, патентами и авторскими свидетельствами, а также отражено в справках о внедрении результатов, представленных в Приложении диссертации.

Второй вывод констатирует факт о новых способах глубинного вибродинамического уплотнения песчаных грунтов оснований, которые включают:

- способ последовательного взрывания зарядов при уплотнении песчаных грунтов оснований;
- способ уплотнения песчаных грунтов оснований тяжелой двухмассовой трамбовкой;
- способ уплотнения песчаных грунтов оснований модернизированной виброустановкой типа «елочка»;
- способ аэрирования грунта по периметру уплотняемого основания.

Эффективность предлагаемых способов глубинного вибродинамического уплотнения песчаных грунтов основания подтверждается комплексом выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований в реальных условиях строительства на различных объектах.

Полученный вывод имеет серьезное теоретическое и экспериментальное обоснование, характеризуется новизной. Вывод имеет важное практическое и экономическое значение.

Третий вывод касается способа последовательного взрывания зарядов по сравнению с одновременным, что позволяет повысить плотность грунтов и снизить величины динамического воздействия от взрывов на коренные породы, лежащие ниже. Этот вывод получен автором на основе натурных крупномасштабных исследований и доказывает его эффективность на основе сравнения с одновременным взрыванием зарядов в каждой очереди. Этот вывод отличается новизной и содержит новые интересные данные. Кроме того, в третий вывод попали и результаты исследования уплотнения грунтов тяжелыми двухмассовыми трамбовками. По-видимому, логично было бы этот результат исследования выделить в самостоятельный вывод, так как он содержит результаты теоретических и натурных исследований, а также предложения по модернизации конструктивного решения нового варианта двухмассовой трамбовки, что подтверждено авторским свидетельством на изобретение. Этот вывод отличается новизной и может рассматриваться как самостоятельный результат.

Четвертый вывод содержит данные об опытно-производственных испытаниях виброустановки конструкции ВНИИГС с пространственным уплотнением в виде «елочки» и ее модернизации. Анализ выполненных автором опытно-производственных исследований показал, что вносимые в конструкцию виброустановки изменения являются эффективными и глубина виброуплотнения основания увеличивается в 1,5-2 раза. Результаты этого вывода достаточно конкретны и имеют большое практическое значение.

Пятый вывод содержит сведения по повышению эффективности уплотнения водонасыщенных грунтов песчаных оснований путем создания экрана на пути распространения упругих волн вдоль границы зоны уплотнения. По рекомендации автора одним из примеров создания такого экрана является изоляция массива путем нагнетания в грунт воздуха. В результате проведенных исследований автором установлено, что создание экрана из аэрированного грунта основания происходит

отражение волны, что позволяет значения ускорений колебаний грунта за пределами аэрированного слоя грунта основания снизить в 1,5-2 раза.

Полученный вывод имеет серьезное теоретическое и экспериментальное обоснование, характеризуется новизной. Достоверность вывода не вызывает возражений.

В шестом выводе представлены результаты контроля качества уплотнения водонасыщенных песков оснований. Для окончательной оценки достигнутой плотности укладки песков рекомендуется построение корреляционной зависимости между параметрами статического или ударного зондирования и степенью плотности грунта.

Оценка плотности и физико-механических свойств грунтов после уплотнения является важным фактором как в вопросах надежности возводимых сооружений, так и необходима для практического подсчета объемов уложенных грунтов при расчете за выполненные работы. Автором работы были проведены сравнительные опытные исследования различных известных методов зондирования, на основании которых разработаны практические рекомендации по оценке качества уплотнения песчаных грунтов оснований. Результаты этого вывода имеют важное практическое значение и не вызывают сомнений.

Седьмой вывод отражает результаты внедрения разработок автора в практику строительства комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений, а также в строительство различных гидротехнических сооружений, объектов промышленного и гражданского назначения. Достоверность и обоснованность вывода подтверждается реальным использованием предлагаемых технических решений на конкретных объектах.

### **Структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы и приложения, включающего материалы фактического и перспективного внедрения. Основной текст диссертации грамотно изложен на 315 страницах машинописного текста компетентно и последовательно содержит 74 рисунка и 16 таблиц.

Во введении отмечается актуальность выбранной автором темы, анализируется степень разработанности проблемы, определяются объект и предмет исследования, формируются его цели и задачи, отмечается научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, апробация ее результатов.

В первой главе обоснована актуальность темы диссертации. Дается обзор предшествующих разработок авторов по глубинному динамическому уплотнению грунтов оснований. Обзор по рассматриваемой теме представлен достаточно полно, охватывает различные периоды и научные школы с указанием их достижений. По объему проанализированной литературы и степени ее проработки можно судить о высокой эрудиции автора в рассматриваемой области.

Во второй главе приводится анализ основополагающих результатов исследования и разработок по выбору метода и основных параметров вибродинамического глубинного уплотнения намывных (или насыпных), в том числе под воду песчаных грунтов оснований на коренные породы подстилаемого основания.

При уплотнении водонасыщенных песчаных грунтов оснований основным критерием для определения достигаемой глубины уплотнения автором диссертации

принимается критическое значение соотношения между давлением ударной волны и статическими напряжениями в скелете грунта или ускорений колебаний грунта на заданной глубине уплотнения основания.

Выполненный анализ предшествующих разработок по вибродинамическому уплотнению песчаных грунтов и результаты их практического применения свидетельствуют об определенных их недостатках. Автором диссертации отмечается, что эти недостатки основаны на том, что увеличение глубины и радиуса уплотнения, обоснование достигаемой плотности уплотнения основания определяются только величиной вибродинамического воздействия и их количеством.

На устранение указанных недостатков и повышение эффективности применения вибродинамического глубинного уплотнения песчаных грунтов оснований были направлены исследования, изложенные в последующих главах диссертации.

Третья глава посвящена исследованиям по уплотнению водонасыщенных грунтов оснований способом последовательного взрывания зарядов. В главе представлена краткая историческая справка о появлении метода, приведены результаты сравнительного исследования способа одновременного и последовательного взрывания зарядов. Представлена усовершенствованная теоретическая модель процесса уплотнения, основанная на взаимодействии двух рядом расположенных зарядов с различным интервалом времени, которая вскрывает основную суть достигаемого эффекта разработанного способа взрывного уплотнения и позволяет обосновать наиболее эффективный интервал по времени между взрывами зарядов. Даны рекомендации по выбору конкретного интервала времени. Представленные в главе расчеты базируются на формулах В.А. Флорина и П.Л. Иванова по консолидации слоя грунта основания при взрыве одиночного глубинного заряда, а также по результатам экспериментов автора. Предлагаемый метод защищен соответствующим патентом.

В четвертой главе представлены сравнительные теоретические исследования и результаты полевых испытаний известного варианта тяжелой двухмассовой трамбовки и нового варианта ее конструктивного исполнения. Разработана новая конструкция двухмассовой трамбовки, которая защищена патентом и авторским свидетельством, позволяющая достичь высокой плотности грунтов. По результатам выполненных исследований разработаны рекомендации по назначению параметров двухмассовой трамбовки для заданных грунтов основания. Разработанный образец нового варианта был апробирован в практике строительства КЗС г. Санкт-Петербурга.

В пятой главе рассматриваются результаты исследования уплотнения грунтов оснований виброустановкой модернизированной конструкции института ВНИИГС. Видоизменение конструкции уплотнителя заключалось в срезке верхних горизонтальных ребер и сохранении их только на участках в 3,5-4,5 м в нижней части штанг и виброуплотнителя. В главе представлено теоретическое обоснование предлагаемого решения, разработана методика расчета параметров виброуплотнения грунта, модернизированное конструктивное решение защищено патентом. С учетом комплекса теоретических исследований и опытно-производственных испытаний было выполнено внедрение модернизированной виброустановки в строительство комплекса защитных сооружений (КЗС) г. Санкт-Петербурга от наводнений. Предлагаемое решение позволило увеличить глубину уплотнения и улучшить равномерность уплотнения грунта основания. Следует отметить, что предлагаемое решение используется и на других строительных объектах.

В шестой главе излагается обоснование возможности повышения эффективности динамического уплотнения грунтов основания при аэрировании грунта. В главе на основании проведенных теоретических и экспериментальных данных установлен эффект динамического уплотнения оснований из водонасыщенных песков при создании экрана на пути распространения упругих волн вдоль границы зоны уплотнения. Одним из приемов создания такого экрана является изоляция уплотняемого массива путем нагнетания в грунт основания воздуха. Решение защищено патентом.

Для оценки предлагаемого решения рассмотрена задача о распространении упругих волн в полубесконечном грунтовом стержне, содержащем низкомодульную упругую вставку. Полубесконечная часть стержня, расположенная за низкомодульной вставкой, заменена эквивалентным демпфером. Решение задачи осуществлялось методом операционного исчисления.

Лабораторными опытами установлено, что путем нагнетания воздуха в водонасыщенный грунт возможно довести его содержание до 4-5 %, что является вполне достаточным для снижения эффективного модуля нормальной упругости среды. Воздух способен стабильно сохраняться в грунтовом массиве, как в статическом состоянии, так и при динамических воздействиях. Автором в ходе выполнения исследований установлено, что от создаваемого экрана из аэрированного грунта происходит отражение волн, что позволяет повысить амплитуды смещений грунта в пределах зоны уплотнения и понизить их за пределами этой зоны.

Полученные результаты являются важным материалом для обоснования эффективных методов уплотнения несвязанных водонасыщенных грунтов.

В седьмой главе рассмотрены вопросы контроля качества уплотнения водонасыщенных песков оснований. Предлагается для оценки качества уплотнения песчаных водонасыщенных грунтов основания применять взрывное зондирование, а также статическое или ударное в соответствии с нормативными рекомендациями. Автором работы рекомендуется необходимость учитывать особенности применения метода зондирования для определения плотности укладки песчаных грунтов основания после уплотнения и для песков природного сложения.

Для окончательной оценки достигнутой плотности укладки песков водонасыщенного основания должна быть построена корреляционная зависимость между параметрами статического или ударного зондирования и плотностью.

В этой главе приведены также результаты практической реализации разработанных глубинных динамических способов для уплотнения различных грунтов оснований для возведения зданий и сооружений.

#### **Соответствие темы диссертации паспорту специальности**

Тема и содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения, а именно пунктам 2 и 12:

– п. 2: создание научных и методологических основ фундаментостроения и подземного строительства в сложных инженерно-геологических, гидрогеологических и природно-климатических условиях, а также при особых природных и техногенных воздействиях;

– 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.

Оформление диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Содержание автореферата отражает основные положения, выносимые на защиту, и соответствует представленной диссертации. Автореферат и диссертация выполнены в соответствии с требованиями Положения ВАК РФ.

### **Степень обоснованности и достоверность основных научных результатов, выводов и рекомендаций**

Все научные результаты, выводы и рекомендации диссертации автором обоснованы, их достоверность не вызывает сомнений. Степень их достоверности обеспечивается применением апробированных научных методов математического моделирования и анализа, обобщением результатов исследований других ученых, а также результатами внедрения разработанных рекомендаций и выводов в практику строительства крупных объектов различного назначения

### **Практическая ценность результатов и выводов**

Практическая ценность полученных результатов и выводов заключается в создании новых технических решений по развитию глубинных методов вибродинамического уплотнения различных грунтов оснований для возведения зданий и сооружений.

Практическая ценность работы обусловлена следующими аспектами:

- практическими рекомендациями автора в реализации технических решений по методам динамического уплотнения песчаных грунтов оснований, в том числе водонасыщенных; на все технические решения получены патенты и авторские свидетельства;

- рекомендации автора внедрены в практику строительства различных крупномасштабных сооружений, в том числе в строительстве комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений, в строительстве гидротехнических сооружений, а также в многочисленных объектах гражданского и промышленного назначения.

### **Полнота опубликованных результатов и их апробация**

По направлению диссертации опубликовано 90 работ, из них около 80 публикаций непосредственно по теме диссертации, в том числе 28 публикаций, включая 13 статей за последние 5 лет, из Перечня ВАК РФ в ведущих российских рецензируемых научных журналах и изданиях. 8 авторских свидетельств (из них 4 патента на авторские свидетельства на изобретение) и более 20 рецензируемых статей в международных базах данных Scopus и Web of Science.

Результаты и положения диссертационных исследований представлялись и докладывались на всероссийских и международных научно-практических конференциях, что соответствует п. 11 и 13 «Положения о присуждении ученых степеней». Основные результаты диссертационной работы подтверждены положительной оценкой специалистов на научных конференциях, семинарах и заседаниях кафедр ведущих вузов.

### **Замечания и недостатки работы**

При изучении материалов диссертации возникли некоторые вопросы и замечания:

1. В шестой главе представлены результаты использования аэрирования грунта для защиты близлежащего массива с расположением на нем зданий и сооружений при глубинных уплотнениях. Однако в процессе эксплуатации под влиянием различных

факторов такой экран может потерять свои свойства и его эффективность будет снижена.

2. Автор предлагает способы глубинного вибродинамического уплотнения песчаных грунтов, хотелось бы знать какова экономическая эффективность предлагаемых решений.

Однако, несмотря на высказанные замечания, материалы диссертации заслуживают положительной оценки, не вызывают сомнения и с ними можно согласиться.

### Заключение

В соответствии с п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней» диссертация Олега Петровича Минаева, выполненная на тему «Основы и методы уплотнения грунтов оснований для возведения зданий и сооружений», является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение **научной проблемы**, имеющей важное хозяйственное значение по устройству надежных и безопасных при эксплуатации песчаных оснований мощной толщи, в том числе в подводной зоне на слабых коренных породах, при существенном снижении величины вибродинамического воздействия на данные породы и близлежащие здания и сооружения при использовании вибродинамических методов уплотнения песчаных оснований, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики Российской Федерации. Содержание автореферата в полной мере отражает основные положения диссертации.

Диссертационная работа О.П. Минаева по содержанию, научному уровню и завершенности исследования соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., № 842, а ее автор, Минаев Олег Петрович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 Основания и фундаменты, подземные сооружения.

#### Официальный оппонент:

Белаш Татьяна Александровна  
доктор технических наук, профессор,  
Научная специальность 05.23.02 – Основания  
и фундаменты, подземные сооружения.  
Заведующая кафедрой «Здания»  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Петербургский государственный  
университет путей сообщения Императора  
Александра I» (ПГУПС), г. Санкт-Петербург.

Адрес: Российская Федерация, 190031,  
г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9,  
Тел.: 8 (812) 457-83-23  
E-mail: belashta@mail.ru



## **ОТЗЫВ**

**Официального оппонента на диссертацию Минаева Олега Петровича на тему «Основы и методы уплотнения грунтов оснований для возведения зданий и сооружений», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.**

Актуальность темы данной работы обусловлена также массовым применением искусственных уплотненных оснований, вместо применения дорогостоящих свайных фундаментов. Актуальность темы данной работы обусловлена необходимостью разработки и совершенствования методов механического глубинного уплотнения грунтов оснований зданий и сооружений в целях существенного увеличения несущей способности основания, уменьшения осадок оснований зданий и сооружений, обеспечения устойчивости структуры грунтов при воздействии различных динамических нагрузок и в конечном итоге, повышения уровня надежности и экономичности сооружений. Существующие в настоящее время методы глубинного уплотнения грунтов изучены недостаточно полно и имеют ряд существующих недостатков. Кроме того, отсутствует обоснованная методика выбора различных способов уплотнения.

### **Оценка содержания диссертации, ее завершенности**

Диссертация представлена на 315 страницах и состоит из 7 глав, выводах и рекомендаций выполненных исследований, практических рекомендаций по технологии производства работ, списка литературы, состоящего из 180 наименований и приложений о результатах внедрения проведенной работы на больших строительных объектах.

В введении приводятся имена ведущих российских и зарубежных исследователей. Степень достоверности результатов полученных диссертантом обоснована аналитическими разработками, а также лабораторными и полевыми исследованиями.

К сожалению, диссертант не указал, что метод уплотнения грунтов тяжелыми трамбовками предложен в СССР. И в 1956 г. по применению этого

метода была выполнена кандидатская диссертация В. Б. Швеца. В первой главе приведен обзор глубинного динамического уплотнения грунтов в России и зарубежом. В главе приведены правильные положения о пределах применимости вибрационных катков для уплотнения песков и насыпей.

Следует согласиться с автором, что применение виброкатков для уплотнения глинистых грунтов приводит к частичному разрыхлению и снижению прочностных характеристик.

Вибротрамбовки часто применяются доуплотнения песчаных подушек и маловлажных насыпей из супесчаных грунтов. В этой главе, в разделе 1.3, подробно описан метод проектирования искусственных оснований при применении тяжелых трамбовок. К сожалению, как следует учесть толщину слоя воды, закрывающего грунтовые основания при применении тяжелых трамбовок.

В этой главе (раздел. 1.4) приведены работы П. Л. Иванова по применению метода уплотнения грунтов взрывом.

К сожалению, понятие «Плотный грунт» является условным и, в зависимости, от инженерных задач, принимается разной величины. Так, при уплотнении просадочных лессовых грунтов, грунт считается уплотненным при величине объемного веса скелета  $1,65 \text{ т/м}^3$ . При уплотнении рыхлых мелких и средних песков грунт считается уплотненным при объемном весе скелета –  $1,75 \text{ т/м}^3$ .

Заслуживает внимания раздел 1.5, в котором подробно рассматриваются технологии уплотнения песчаных и супесчаных грунтов методом «виброелочки». Этот метод был разработан О. А. Савиновым и П. Д. Лобасовым.

Следует согласиться с выводами диссертанта в этой главе о том, что применяя различные способы уплотнения грунтов возможно отказаться от применения дорогостоящих свай, особенно, если в основании залегают песчаные грунты.

Вторая глава посвящена методам вибродинамического глубинного уплотнения песчаных грунтов оснований.

По мнению диссертанта вибродинамическое воздействие возникает при максимальном давлении ударной волны на грунты основания. С этим положением стоит согласиться. В этой главе приведены зависимости, которые могут быть использованы в инженерных расчетах.

Удачно написан раздел 2.3 по назначению параметров уплотнения вибродинамическими методами. Рассматриваются рекомендации по уплотнению водонасыщенных грунтов взрывами.

К сожалению, в этой главе не приведены результаты натурных исследований, подтверждающих рекомендации диссертанта.

Третья глава рассматривает результаты исследования по уплотнению водонасыщенных песков при последовательном взрывании зарядов в грунтовом основании.

В этой главе приведены аналитические исследования (3.2) влияния разгрузки грунтового основания на последовательность взрывания зарядов. Приведены результаты исследования В. А. Флорина, П. Л. Иванова и Г. М. Ляхова. Считаю правильным то, что на стр. 103 приведена формула Сиды по динамическим и статическим напряжениям скелета грунта. Этот раздел написан подробно и приведены результаты взрывов глубинного заряда от 0,4 до 11,9.

Исследования показали, что наибольший эффект расширения зоны разжижения достигается при короткозамедленном взрывании. Однако, для водонасыщенных грунтов должно быть учтено поровое давление.

В этой главе приведены интересные результаты исследования способов последовательного и одновременного взрывания зарядов.

Большие интересные натурные исследования по взрывам 64 зарядов, которые взрывались по различным схемам последовательности взрыва. После взрывов проводилось нивелирование площадки и статическое зондирования по изменению плотности грунтов.

Интересно написан раздел по теоретическому обоснованию интервала между взрывами последовательных зарядов по результатам натурных исследований.

Выводы и рекомендации, приведенные в главе 3, обоснованы и натурными экспериментами и результатами аналитических расчетов.

В 4 главе приведены результаты исследования уплотнения песчаных оснований двухмассной тяжелой трамбовкой.

Идея этой трамбовки заключается в том, что ударное воздействие производится по всей площади подошвы трамбовки.

Кроме того, имеется плита, которая перекрывает отверстие в наружной ударной части на ширину, которая превышает диаметр подошвы на 20%. Перемещение внутренней ударной части до упоров и сбрасывания исполнялось по направляющим, которые закреплялись на этой плите, укрепленной ребрами жесткости.

Приведены результаты исследования применения двухмассной трамбовки в подводной зоне дамбы (комплекс защитных сооружений от наводнения в г. Санкт - Петербурге).

В этой главе приведены аналитические исследования по расчетам двухмассной трамбовки.

Приведены формулы для приближенного определения массы трамбовки, при котором происходит перемещение частиц грунтов основания.

Приводятся инженерные формулы определения расчета по определению интервала времени между ударами внутренней и внешней части двухмассной трамбовки.

На стр. 142 приведен данные в разжижении грунта при его уплотнении глубинными взрывами.

По мнению диссертанта, при применении двухмассной трамбовки на 30% увеличивается глубина уплотнения грунта.

Этот раздел написан подробно, приведены количественные характеристики экспериментов, которых достаточно для подтверждения предложенных диссертантом аналитических формул.

Специальный раздел посвящен результатам натурных исследований для уплотнения дамбы при сбрасывании трамбовки массой 10т, которая поднималась на высоту 8-10 м.

Трамбование проводилось по сетке с шагом 3,5 м, величина понижения поверхности составляла 40-60 см.

Приводятся результаты экспериментальных работ по уплотнению песка ниже уровня воды. В качестве критерия уплотнения мелких и средних песков был принят критерий относительной плотности грунта  $I_d \geq 0,6$ .

Подробно описаны конструктивные решения устройства двухмассной трамбовки.

Подобная конструкция двухмассной трамбовки приведена в параграфе 4.8.

Выводы в главе 4 обоснованы содержанием текста и результатами выполненных исследований.

В 5 главе приведены результаты исследования уплотнения грунтов «виброустановкой модернизированной конструкции». В разделе 5.2 приводится аналитическое обоснование уплотнения грунтов с использованием виброустановки типа «ёлочка».

В этой главе принимается, что зависимости, полученные в книге «Виброкипящий слой» и в статье «Взаимодействие вибратора с жидкой средой» справедливы при рассмотрении процессов уплотнения грунта с помощью виброустановки типа «ёлочка».

В этой главе приведены результаты взаимодействия песчаных грунтов средней крупности на глубину 6 м с использованием виброустановки ВНИИГС и модернизированной конструкцией виброуплотнителя.

На рис. 5.3 приведены интересные данные экспериментов при работе в различном временном режиме.

Специальный раздел посвящен описанию и результатам натурных исследований уплотнения грунтов основания. Этот раздел написан полно и доказательно.

Диссертант предлагает методику выбора параметров при уплотнении виброустановки.

Диссертант предлагает методику выбора параметров при уплотнении виброустановки.

В диссертации указано, что при сокращении количества пространственных элементов, повышается эффективность виброустановок.

Выводы к главе 5 основаны материалами исследования.

6 глава посвящена проблеме защиты зданий и сооружений от вибродинамических воздействий.

Предлагается интересная идея создать экран из аэрированного грунта. Идея заключается в том, что в слой песка опускается труба, через которую производится нагнетание воздуха и образуется зона, где пески насыщены пузырьками воздуха и является хорошей преградой при распространении волн от виброустановок к близрасположенным зданиям.

В разделе 6.2 приводятся аналитические решения, которые показывают, что песок насыщенный водой является демпфирующим слоем на пути рассмотрения колебаний от виброустановок.

Подробно приведены методика и результаты лабораторных исследований от действия трамбовок на грунты основания при наличии зоны аэрирования грунта.

В диссертации предлагается использование глубинных динамических методов уплотнения при аэрировании грунта по периметру уплотненного основания.

Удачно написан раздел 6.6, где приведены рекомендации по применению глубинных методов уплотнения для создания виброзащитного аэрированного слоя в грунтах основания.

Выводы и рекомендации по главе 6 написаны подробно и обоснованы материалами, приведенными в этой главе.

7 глава посвящена результатом исследования контролю качества уплотнения водонасыщенных песков основания.

Приведены сравнительные натурные исследования различных методов зондирования на глубину 10 м.

Проводилось вибронзондирование, статическое зондирование и ударное зондирование.

К сожалению, даже при испытании песчаных грунтов разные методики приводят к существенно разным результатам. Автор считает, что наиболее точно можно получить результаты при статическом зондировании.

В конце диссертации приведены общие выводы и рекомендации.

Большинство выводов написано обоснованно и доказательно.

Однако, есть некоторые неточности. Не указано, какие грунты и в каком состоянии целесообразно механически уплотнять.

Для многих песчаных грунтов при заданной относительной плотности, «гарантирует устойчивость структуры» от внешних динамических воздействий. Этот вывод не убедителен, так как динамические воздействия могут изменяться несколько десятков раз.

Применение тяжелых трамбовок для уплотнения грунтов описано схематично и непонятно, для каких грунтов «песчаных и глинистых» этот метод эффективен.

В целом, содержание выводов и приложенных чертежей свидетельствует о том, что автором диссертации выполнена большая исследовательская работа, имеющая важное значение для практики строительства в сложных грунтовых условиях.

Несомненно, достоинство данной диссертации является раздел, который называется «Практические рекомендации по выбору метода и основных параметров вибродинамического глубинного уплотнения песчаных грунтов оснований на коренных породах подстилаемого основания».

Список литературы содержит 180 наименований, при этом все серьезные значимые по этому вопросу работы учтены. Список литературы свидетельствует о глубокой и серьезной подготовке диссертанта.

В приложения диссертации приведена информация о внедрении основных положений работы в практику строительства различных сооружений.

В целом, в диссертации рассматриваются актуальные вопросы и проблемы по уплотнению грунтов разными способами без применения свай. Многие разработки диссертанта защищены авторскими свидетельствами и патентами.

Основные положения диссертации написаны доказательно.

Однако, следовало бы более подробно определить пределы применимости выводов. Непонятно, какие положения диссертации характерны для песков, а какие могут быть использованы при уплотнении супеси и суглинков.

В диссертации достаточно подробно приводится анализ работ других исследователей, которые были выполнены в России и зарубежом.

Следует отметить большое количество публикаций диссертанта, которые приведены в списке литературы.

На основании приведенных в диссертации исследований решена сложная научная задача по вопросам уплотнения песчаных грунтов в естественном залегании, в насыпных, а также при нахождении песчаного слоя ниже уровня воды.

Удача диссертанта является также решение проблемы о создании завесы из газированных песчаных грунтов, как преградой, препятствующей проникновению вибраций от источника к близрасположенному сооружению.

Удачно написаны методика и технология из последовательного взрывания зарядов в песчаной толще, применение тяжелых двухмассных трамбовок и различных виброуплотнителей.

Применение предложенных диссертантом различных методов уплотнения грунтов вместо применения свай позволяет существенно экономить средства и время строительства.

Указанные выше отдельные замечания следует рассматривать как советы при проведении дальнейших исследований по данной тематике.

Автореферат диссертации полностью содержит все результаты приведенных в диссертации исследований.

На основании вышесказанного, считаю, что рассмотренная диссертационная работа Минаева Олега Петровича полностью соответствует требованиям ВАК, которые предъявляются к диссертациям, представленным на соискание степени доктора технических наук.

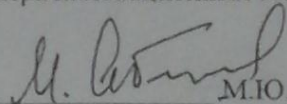
Официальный оппонент: Абелев Марк Юрьевич, доктор технических наук, профессор, 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Почтовый адрес: 117418, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 33, корп. 4 ВШЭ. Тел. 8 495 684-47-40. E-mail: [int207@mail.ru](mailto:int207@mail.ru)

ИДПО ГАСИС НИУ ВШЭ (Высшая школа экономики)

Директор Центра инновационных технологий в строительстве

9.01.2019



М.Ю. Абелев

Подпись заверяю



ВСТУПИШИ СПЕЦИАЛИСТ ПО  
КАДРОВОМУ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ  
ОТДЕЛА ПО КАДРОВОМУ АДМИНИСТРИРОВАНИЮ  
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА  
БЕЖИХОВА Н.С.

**ОТЗЫВ**  
**официального оппонента Ставницера Л.Р. на диссертацию**

Минаева Олега Петровича

на тему «Основы и методы уплотнения грунтов оснований для возведения зданий и сооружений»

по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

на соискание ученой степени доктора технических наук

*Текст отзыва оформляется в соответствии с пунктом 23 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, на основе изучения диссертации и опубликованных работ по теме диссертации в 2-х экземплярах и заверяется печатью организации, где работает официальный оппонент; дата представления в диссертационный совет не позднее чем за 15 дней до защиты.*

Отзыв официального оппонента должен отражать следующие характеристики диссертации:

**Актуальность избранной темы**

Основным направлением диссертационных исследований является совершенствование методов механического глубинного уплотнения грунтов оснований для возведения зданий и сооружений. Уплотнение грунтов позволяет существенно увеличить несущую способность основания, уменьшить осадку оснований зданий и сооружений, обеспечить устойчивость структуры грунтов при воздействии динамических (сейсмических, волновых, фильтрационных и т.п.) нагрузок и т.д., тем самым, повысить надежность и экономичность

На практике наиболее широко применяется послойное уплотнение грунтовых насыпей в процессе их отсыпки. Однако такой подход не позволяет обеспечить уплотнение грунтовых массивов сразу на всю глубину мощной толщи, в том числе естественных оснований и при подводной отсыпке грунтов. В связи с этим оказывается целесообразным использовать методы глубинного уплотнения грунтовых массивов. Однако применение этих методов не обеспечено методикой выбора различных способов и требует совершенствования самих методов,

имеющих в своем классическом представлении по разработкам ведущих российских и зарубежных ученых и специалистов существенные недостатки. Все это говорит о высокой актуальности избранной темы диссертации.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

По результатам исследований автором сформулировано 7 основных выводов.

Первый вывод указывает на разработку впервые автором диссертации сравнительной методики выбора различных способов уплотнения песчаных оснований для возведения зданий и сооружений, позволяющей уже на стадии проектирования определить тот или иной метод уплотнения для заданной глубины уплотнения основания.

Второй вывод носит констатирующий характер. В нем автор свидетельствует о том, что им предложены новые способы глубинного вибродинамического уплотнения песчаных грунтов оснований. Все предложенные способы уплотнения грунтовых массивов защищены патентами и авторскими свидетельствами, полученных им в подтверждение новизны предлагаемых им технических решений и способов уплотнения грунтовых массивов.

Третий вывод касается предложенного автором способа взрывного уплотнения грунтов путем последовательного взрывания зарядов. Новизна предложения подтверждается патентом, а достоверность - теоретическим обоснованием, экспериментальными исследованиями и практическим применением.

Данный вывод свидетельствует также о том, что известные тяжелые трамбовки, в том числе двухмассные, по разработкам автора диссертации, обладают недостатками.

Предлагаемый автором диссертации новый вариант двухмассной трамбовки позволяет наряду с увеличением глубины и объема втрамбованного грунта по сравнению с одномассной трамбовкой обеспечить равномерность и большую осадку грунта под её подошвой. Новизна предложения подтверждена патентом и авторским свидетельством, а обоснованность - теоретическими расчетами, опытными испытаниями и практическим внедрением.

Четвертый вывод показывает, что существующие виброустановки конструкции ВНИИГС с пространственным уплотнителем в виде «ёлочки» имеет существенные недостатки. Эти недостатки выявлены строителями в процессе производства работ и обобщены автором. Они не вызывают вопросов.

Данный вывод содержит предложение автора по совершенствованию уплотнения ВНИИГС за счет специфического расположения радиальных элементов конструкции. Новизна предложения подтверждается патентом, а эффективность предложения теоретическим обоснованием и опытной натурной проверкой.

Пятый вывод относится к использованию воздушной завесы для создания экранов в грунте. Такой метод также защищен патентом, а его эффективность обоснована теоретически и экспериментально. Метод снижает негативное влияние вибраций на окружающие постройки.

Шестой вывод включает предложения автора по оценке качества уплотнения песчаных грунтов основания. Это предложение не вызывает возражений и указывает на необходимость статистического анализа данных результатов зондирования. Это не вызывает возражений и вопросов.

Седьмой вывод содержит информацию о широком внедрении разработок диссертанта на строительстве комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга и свидетельствует о перспективности дальнейшего применения разработанных автором методики выбора различных способов уплотнения и новых технических решений глубинных методов уплотнения оснований на многочисленных объектах в различных видах строительства и экономического обоснования их применения в различных регионах мира.

### **Достоверность и новизна, полученных результатов**

Достоверность и обоснованность полученных результатов основаны на соответствии теоретических разработок данным лабораторных и полевых исследований, масштабным опробованием в практике строительства.

Теория построена на известных зависимостях ведущих российских (.Флорина В. А., Иванова П.Л., Савинова О.А., Березанцева В.Г., Блехмана И.И., Г.М.Ляхова Г.М. и др.), и зарубежных (H.B.Seed, USA; K. Ishihara, Japan и др.) ученых.

При анализе автором диссертации использованы авторские данные и данные, полученные ранее другими авторами по рассматриваемой тематике, в том числе

зарубежных авторов из США, Японии, Франции, Германии др. стран. В результате установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по применению базовых методов вибродинамического уплотнения оснований, выявлены их недостатки и научно обоснованы и разработаны новые высокоэффективные их способы.

Результаты экспериментальных исследований получены на сертифицированной измерительной аппаратуре и оборудовании, на лабораторной и производственной базе ведущих научных и мощных изыскательских и строительных организаций, получено соответствие теоретических разработок и воспроизводимость результатов полевых экспериментальных исследований в широком диапазоне гранулометрического состава песчаных грунтов оснований.

В диссертации представлены либо средние значения полученных данных, либо выборочные материалы характерных данных; отклонение полученных данных от расчетных или данных полевых исследований в сторону уменьшения не превышает 10% в соответствии с требованиями проекта по существующим строительным нормам на приемку работ.

Научная новизна работы заключается в

1. Обосновании методики выбора способов вибродинамического уплотнения песчаных грунтов оснований
2. Разработке новых способов вибродинамического уплотнения песчаных грунтов оснований для возведения зданий и сооружений, том числе
  - а) способом последовательного взрывания зарядов;
  - б) тяжелой двухмассной трамбовкой;
  - в) модернизированной виброустановкой типа «ёлочка».
3. В исследовании и разработке нового способа защиты близлежащих зданий и сооружений при использовании вибродинамических методов глубинного уплотнения путем аэрирования грунта по периметру уплотняемого основания.
4. Оценки методов зондирования уплотненных водонасыщенных песков оснований и рекомендации по их применению.

Все разработанные автором диссертации способы вибродинамического уплотнения песчаных грунтов оснований и способ защиты близлежащих зданий и

сооружений при использовании вибродинамических методов глубинного уплотнения защищены авторскими свидетельствами и патентами.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

Теоретическая значимость работы заключается

- в разработке методики выбора способов и основных параметров уплотнения песчаных грунтов оснований по величине вибродинамического воздействия для обеспечения заданной глубины уплотнения основания;
- в проведении модернизации существующих математических моделей и разработке новых расчетных моделей
  - действия взрыва на грунты основания,
  - динамики системы «двухмассная трамбовка – грунт основания»,
  - динамики системы «вибропогружатель – виброуплотнитель – грунт основания» с учетом затухания волн деформаций от центра вибродинамического воздействия,

Практическая значимость работы заключается

- \* в разработке практических рекомендаций по выбору метода и основных параметров вибродинамического глубинного уплотнения песчаных грунтов оснований на коренных породах подстилаемого основания, в том числе с учетом снижения величины вибродинамического воздействия на близлежащие здания и сооружения, а также коренные породы подстилаемого основания,
- \* в широком внедрении методов глубинного уплотнения песчаных грунтов оснований (способом последовательного взрывания зарядов, тяжелыми двухмассными трамбовками, глубинного виброуплотнения модернизированной виброустановкой) на строительстве комплекса защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений,
- \* в реальной перспективе внедрения разработанной методики и новых высокоэффективных способов глубинного уплотнения грунтов на строительстве различных объектов гражданского, промышленного,

гидротехнического, дорожного, железнодорожного и других видах строительства.

### **Оценка содержания диссертации, её завершенность**

Диссертация состоит из введения, семи глав, общих выводов и рекомендаций, практических рекомендаций, списка литературы (180 наименований в том числе 33 зарубежных на англ. яз.) содержит 314 страниц текста, включая 74 рисунка и 16 таблиц, приложение на 14 стр., включающего материалы фактического и перспективного внедрения.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации и дается ее характеристика.

В первой главе приводится анализ состояния исследуемого вопроса. Автор хорошо знаком с работами в рассматриваемой области и привел обстоятельный анализ применяемых методов уплотнения грунтов на 69 стр. текста, что соответствует около 20% диссертации.

Во второй главе приводятся основные зависимости методики выбора способов (взрывным методом, тяжелыми трамбовками и виброуплотнителями продольного вибрирования) глубинного уплотнения, песчаных грунтов оснований. В основу выбора того или иного метода глубинного уплотнения главным фактором автором диссертации принимается достигаемая глубина уплотнения основания. При этом основным критерием для определения достигаемой глубины уплотнения водонасыщенных песчаных грунтов являются критическое значение соотношения между давлением ударной волны и статическими напряжениями в скелете грунта (или ускорений колебаний грунта) на заданной глубине уплотнения основания.

Анализ предшествующих классических разработок отечественных и зарубежных ученых по вибродинамическому уплотнению песчаных грунтов оснований по разработанной методике и результаты их практического использования самим автором диссертации убедительно показывают, что данные разработки имеют существенные недостатки,

В связи с этим исследования и разработки автора диссертации были направлены на устранение данных недостатков (увеличения глубины и радиуса уплотнения, повышение плотности и равномерности плотности грунтов основания) при заданной величине и количестве вибродинамических воздействий (либо

сокращении их количества) за счет рационального использования физических явлений в водонасыщенных песчаных грунтах основания при вибродинамических воздействиях.

В небольшой по объему, но емкой по содержанию данной главе заложены основы дальнейших разработок (теоретических и экспериментальных) автора, которые изложены в главах 3-5 диссертации по совершенствованию каждого конкретного метода.

Третья глава посвящена уплотнению грунтов методом последовательного взрывания. В главе объемом 25 страниц приведена краткая история появления метода, теоретическое обоснование, описан эксперимент, убедительно показывающий эффективность предложения автора. Усовершенствованная теоретическая модель процесса уплотнения основана на взаимодействии двух рядом расположенных зарядов с различным интервалом времени, которая вскрывает основную суть достигаемого высокого эффекта разработанного способа взрывного уплотнения и позволяет обосновать оптимальный интервал между взрывами зарядов. Расчеты базируются на известных теоретических моделях В.А. Флорина и П.Л.Иванова по консолидации разжиженного слоя грунта при взрыве одиночного глубинного заряда и экспериментах автора. Достоверность и новизна результатов не вызывают сомнения. Метод защищен соответствующим патентом.

Четвертая глава посвящена исследованиям метода уплотнения грунта двухмассной трамбовкой нового варианта исполнения. Теоретические исследования двухмассной трамбовки производились на разработанной им расчетной механической модели «трамбовка-грунт» для расчета пластических деформаций в месте её удара и пространственной модели, основанной на сопоставлении зон уплотнения грунта основания при взрыве и ударе трамбовки. В результате проведенных расчетов и опытных испытаний установлено, что предложенная новая двухмассная трамбовка позволяет при увеличении глубины уплотнения и объема втрамбованного грунта по сравнению с одномассной трамбовкой, обеспечить большую и равномерную остаточную осадку грунта над её обеими ударными частями по сравнению с ранее известным вариантом двухмассной трамбовки. Новый метод уплотнения двухмассной трамбовкой защищен патентом и авторским свидетельством на конструкцию снаряда и способ уплотнения грунта трамбованием.

Пятая глава рассматривает модернизацию известной виброустановки института ВНИИГС. Работа имела практическую цель улучшения процесса уплотнения дамбы после зимней отсыпки на значительную глубину, включая и зону подводной отсыпки. Решая чисто производственную проблему, автор сумел повысить качество уплотнения. Глава содержит теоретическое обоснование процесса виброуплотнения грунта на впервые разработанной им расчетной модели. На её основе предложена методика расчета параметров виброуплотнения грунта таких как достигаемая глубина и плотность модернизированной виброустановкой, подтвержденная опытными данными. Это предложение защищено патентом.

Шестая глава посвящена вопросу аэрирования грунта при его уплотнении. Идея заключается в создании вокруг зоны уплотнения отражающей границы (экранов) из аэрированного водонасыщенного слоя грунта для защиты зданий и сооружений, расположенных в близлежащей зоне к зоне уплотнения, от сейсמודинамического воздействия. Глава содержит теоретическое и экспериментальное обоснование предлагаемого метода. Новизна метода подтверждается патентом на предложенный способ уплотнения.

Седьмая глава диссертации посвящена контролю качества уплотнения водонасыщенных песков. При этом основное внимание уделено сопоставительной оценке косвенных методов зондирования основания, что представляет значительную практическую ценность.

Публикации соискателя (около 70 непосредственно по теме диссертации, в том числе 20 публикаций из Перечня ВАК РФ в ведущих российских рецензируемых научных журналах и изданиях) в полной мере отражают выполненные исследования, при этом 10 работ опубликованы в журналах из списка ВАК за последние 5 лет, что свидетельствует об актуальности и новизне исследований автора. диссертации.

Зарубежные публикации (более 20 публикаций) автора в рецензируемых журналах на английском языке из международной баз данных Scopus и Web of Science и трудах международных симпозиумов и конференций, в том числе с презентацией докладов в Индии и Японии в 2015 г., подтверждают актуальность, новизну и высокий, ни только соответствующий, но превышающий мировой уровень, его исследований и разработок и расширяют возможности и перспективы их применения за рубежом.

В целом автором проведен огромный комплекс работ. Выводы по диссертации базируются на теоретическом обосновании и богатом экспериментальном материале. Основные разработки по теме диссертации внедрены в практику строительства, что обеспечивает достоверность выводов и рекомендаций диссертанта. Ряд положений автора, подтвержденные теоретическими и экспериментальными исследованиями, приведенными в диссертации, имеют реальную перспективу внедрения в различных видах строительстве.

Представленная диссертация является законченной научно-классификационной работой. В диссертации содержатся научно-обоснованная методика выбора способов уплотнения и новые технические решения, направленные на развитие методов уплотнения оснований для возведения сооружений, практические рекомендации. Большинство результатов автора не только направлено на решение важной народно-хозяйственной проблеме — эффективного устройства оснований зданий и сооружений, возведения грунтовых сооружений, в том числе в подводной зоне, на слабых коренных породах в гидроэнергетическом строительстве при возведении дамб и плотин, при устройстве оснований на намывных территориях для гражданского и промышленного строительства, в мостостроении, в дорожном и других видах строительства, но уже нашло широкое применение на практике.

#### **Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

Диссертация достаточно хорошо оформлена и иллюстрирована, написана грамотным и понятным языком.

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1. В разработанной автором диссертации механической модели «двухмассная трамбовка — грунт основания» для расчета остаточных осадок в месте удара трамбовки принимается предельное сопротивление  $R_{пр}$  вдавливаю штампа по В.Г. Березанцеву, т.е. при скорости его нагружения, стремящейся к нулю. Представляется, что при одиночных импульсных воздействиях на штампы со скоростью загрузки 0,02 — 0,03 с величины  $R_{пр}$  должны иметь большие

значения, что важно при расчете абсолютных значений остаточных осадок при ударе двухмассной трамбовки.

2. Не вызывает сомнения практическая ценность аэрирования грунта для защиты близлежащего массива с расположенными на нем зданиями и сооружениями при глубинных уплотнениях около 10 м и на относительно кратковременный период времени, необходимый для динамического уплотнения грунта. Однако не совсем ясно, что будет с этой воздушной завесой в грунте при многолетней эксплуатации и реальные возможности её устройства на глубину в несколько десятков метров, как минимум 30 м и более при землетрясении .

Отмеченные замечания не снижают качество исследований и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

#### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат соответствует тексту диссертации и последовательности изложения материала в диссертации.

#### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р**

##### **7.0.11-2011.**

Структура и оформление диссертации соответствует ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. – 2012.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положение о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14**

**В соответствии с критерием п. 10 «Положение о порядке присуждения ученых степеней»** диссертация Минаева Олега Петровича «Основы и методы уплотнения грунтов оснований для возведения зданий и сооружений», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения является самостоятельной авторской работой, обладает внутренним единством,

содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и безусловно свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

Основные положения разработанной методики выбора способов уплотнения и новые технические решения вибродинамических методов и контроля их качества использованы для укладки более 10.0 млн. м<sup>3</sup> песчаных грунтов оснований и сооружений на строительстве Комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений, в том числе песчаных подушек при замене слабых глинистых грунтов оснований, тела дамб в основании высокоскоростной автодороги, опор мостов и зданий и др.

Автор диссертации развил классические разработки проф. Иванова и доказал преимущества способа последовательного взрывания зарядов по сравнению с одновременным взрыванием зарядов при площадочном уплотнении грунтов оснований, усовершенствовал метод уплотнения грунтов тяжелыми трамбовками подтвердив, что предложенная им впервые двухмассная трамбовка имеет преимущества по сравнению с запатентованными традиционными, одномассными, широко применяемыми во всем мире известной французской фирмой «Менар», усовершенствовал метод глубинного виброуплотнения грунтов оснований с использованием виброустановки конструкции ВНИИГС с уплотнителем типа «елочка» путем модернизации конструкции виброуплотнителя при размещении пространственных элементов в нижней его части.

Для расширения области применения вибродинамических методов уплотнения автор диссертации предложил и доказал эффективность принципиально нового решения по защите близлежащих зданий и сооружений при использовании вибродинамических методов уплотнения путем создания аэрированного слоя грунта по периметру уплотняемого основания.

В соответствии с критерием п. 11 «Положение о присуждении ученых степеней» публикации автора диссертации по ее содержанию (около 70 непосредственно по теме диссертации, в том числе 20 публикаций, включая 10 статей за последние 5 лет, из Перечня ВАК РФ в ведущих российских рецензируемых научных журналах и изданиях) в полной мере отражают выполненные им исследования.

Зарубежные публикации автора в рецензируемых журналах на английском

1

языке из международной баз данных Scopus и Web of Science и трудах международных симпозиумов и конференций, в том числе с презентацией докладов в Индии и Японии в 2015 г., подтверждают актуальность и новизну его исследований и расширяют возможности и перспективы их применения за рубежом.

**В соответствии с критерием п.14 «Положение о присуждении ученых степеней»** автор диссертации достаточно полно ссылается на авторов и источники, заимствованных материалов и результаты предшествующих разработок, в том числе зарубежных ученых и специалистов. Около 70 % общего количества публикаций автора являются личными работами, остальные публикации с единичными соавторами, которых можно пересчитать по пальцам рук, приведены полностью в списке литературы диссертации и автореферате с указанием всех соавторов.

**Соответствие диссертации и автореферата требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней**

Оценивая диссертацию в целом можно заключить, что диссертация Минаева Олега Петровича на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований

решена научная проблема по устройству надежных и безопасных при эксплуатации песчаных оснований мощной толщ, в том числе в подводной зоне на слабых коренных породах, при существенном снижении величины вибродинамического воздействия на данные породы и близлежащие здания и сооружения при использовании вибродинамических методов уплотнения песчаных оснований, имеющая важное хозяйственное значение и

изложены научно-обоснованная методика и новые технические решения по вибродинамическому уплотнению (способом последовательного взрывания зарядов, тяжелыми двухмассными трамбовками и виброуплотнителями продольного вибрирования) песчаных оснований зданий и сооружений, грунтов сооружений сразу на всю глубину уплотняемой толщи без увеличения основных параметров величин вибродинамического воздействия уплотняющих устройств и механизмов (массы заряда, веса и высоты сбрасывания трамбовки, вынуждающей

силы вибропогружателя) за счет рационального использования физических явлений, происходящих в грунтах основания при воздействии на них взрывов, ударов и вибрации, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, что соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

По своей тематике работа относится к специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Замечания по диссертации, высказанные выше, носят скорее характер пожеланий для дальнейшей работы и не влияют на общую высокую положительную оценку выполненной работы.

Считаю, что рецензируемая работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Официальный оппонент,

Ставницер Леонид Рувимович,

Доктор технических наук, профессор,

05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Почтовый адрес, телефон: 109428, Москва, ул.2-я Институтская, 6, НИИОСП, т.8-915-483-68-64

Адрес электронной почты: [stav@niiosp.ru](mailto:stav@niiosp.ru)

Научно-исследовательского института оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н. М. Герсевича ОАО «НИЦ Строительство»,

Начальник экспертно-аналитического отдела

04.02.2019

Печать организации



  
Л.Р.Ставницер