

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Ломова Петра Олеговича «Совершенствование метода устройства основания путем усиления грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

Актуальность темы. Актуальность обоснована современными научными исследованиями, практикой строительства и требованиями технического регламента по безопасности зданий и сооружений. Применительно к проблемам упрочнения основания автор справедливо отмечает недостаточное внимание отечественных и зарубежных ученых к методам расчета и технологии устройства набивных свай в раскатанных скважинах. Обоснование области их эффективного применения создает предпосылки для снижения строительных затрат и продолжительности работ.

Проведенный в первой главе анализ научных исследований по проблеме улучшение деформационных характеристик грунтов основания за счет использования набивных свай показывает, что эффективность их работы зависит от принципиальной схемы расположения и оценки влияния свай на межсвайное пространство. Отсутствуют методы, позволяющие выполнить прогнозирование увеличения характеристик грунтовых массивов после их усиления набивными сваями в раскатанных скважинах.

Такой подход привел к постановке новой задачи повышения плотности основания за счет оценки влияния свай на грунты и обоснованного выбора параметров свайного поля.

Достоверность и новизна научных результатов и выводов.

Новые результаты исследования получены во 2-й и 3-й главах. Научная новизна в диссертации Ломова П.О. заключается в разработке нового метода расчета и принципа конструирования усиления грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах, учитывающего влияние шага расстановки набивных свай и начальных значений коэффициента пористости и показателя текучести грунта на деформационные характеристики усиленного массива. Они состоят в оценке влияния свай на пористость грунтов и научном обосновании способов усиления основания.

В заслугу автору можно поставить установленные им зависимости изменения механических характеристик упрочненного слоя от основных параметров поля - глубины погружения, шага расстановки, диаметра свай для супесей и легких суглинков с числами пластичности от 4 до 12 % и

показателем текучести от 0 до 0,75 д. е., коэффициентом пористости от 0,650 до 0,850.

В этом плане можно одобрить комплексный подход к исследованию, который включил подготовку, разработку методики моделирования, построение и оценку подобия моделей, постановку и проведение натурального эксперимента, анализ полезности и области применения результатов, разработку предложений и рекомендаций по практическому применению способа упрочнения основания набивными сваями в раскатанных скважинах.

Для исследования влияния параметров свайного поля автором предложена цифровая модель работы усиленного основания с использованием стандартных модулей программ Midas GTS NX и "Statistika".

Основная сложность реализации такого подхода состояла в необходимости учесть методологию расчета грунтовых оснований и сооружений, предусматривающую оценку состояния и связь между напряжениями и деформациями грунта, которая определяется по данным испытаний во всем диапазоне действующих нагрузок.

В данной части исследования отмечу хороший уровень подготовки автора в теоретической области моделирования, достаточный для получения достоверных результатов по итогам моделирования и последующей экспериментальной работы.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием фундаментальных трудов по теме исследования, независимых способов моделирования и операционного контроля получаемых данных. Теоретические результаты и опытные расчеты проверены экспериментальными данными, полученными автором в ходе натуральных испытаний и подтверждены справкой, приведенной в приложении к диссертации.

Следует отметить оригинальность принципиальной схемы алгоритма численного и натурального моделирования, которая разработана автором во второй главе. В методике исследования структурированы расчеты по вариантам размещения набивных свай в раскатанных скважинах, параметры которых допускают варьирование в разработанной модели.

Моделирование состояния основания и сравнение с экспериментами позволило обосновать параметры поля набивных свай в раскатанных скважинах.

Автором установлены зависимости: изменения деформационных характеристик усиленного грунтового массива от шага расстановки набивных свай и начальных значений коэффициента пористости и показателя текучести

грунта; изменения коэффициента пористости уплотненного грунта с увеличением расстояния от раскатанной скважины. Данные зависимости получены отдельно для супесей и суглинков для различных интервалов показателя текучести.

Проверка достоверности этих результатов выполнена в гл. 2 в составе натуральных экспериментальных исследований на масштабных натуральных моделях набивных свай в раскатанных скважинах, в полевых условиях. Результаты корреляционного анализа с проверкой по критерию Фишера свидетельствуют о соответствии разработанной цифровой модели фактическим параметрам усиленного грунтового массива.

Постановка, изготовление нестандартного оборудования и выполнение эксперимента отличаются большой трудоемкостью и характеризуют автора как целеустремленного ученого. Для проведения эксперимента вскрыт котлован, изготовлен штамп, выполнены фрагменты свайного поля.

Автор лично получил следующие научные результаты: предложил новую методику расчета параметров уплотнения основания набивными сваями в раскатанных скважинах, выполнил теоретические обоснования и опытную проверку научной и практической значимости нового способа, новизна которой защищена патентом. Автором проведены экспериментальные исследования, моделирующие изменения характеристик основания под нагрузкой. Программой испытаний был предусмотрен и выполнен необходимый для полномасштабного исследования раздел статистического анализа в заданном диапазоне эксплуатационных нагрузок.

Разработана новая модификация раскатчика скважин, которая позволяет выполнять усиление грунтов с повышенным показателем текучести с большей эффективностью, чем при использовании существующих аналогов. На данную модификацию получен патент РФ на полезную модель.

Обоснованность и практическая значимость научных выводов и рекомендаций. Представленные на защиту теоретические результаты и практические рекомендации, как правило, обоснованы. Они получены с учетом трудов ведущих отечественных и зарубежных ученых в области оснований, свайных фундаментов и механики грунтов. Исследования и расчеты физико-механических характеристик выполнены в основном в соответствии с требованиями действующих норм и стандартов. Полевые эксперименты выполнялись на натуральных скважинах с контролем достоверности результатов.

Практическая значимость исследования доказана результатами штамповых испытаний и предложениями по реализации разработанной методики при

проектировании работ на строительстве 25-этажного здания (справка о внедрении приложена). В п.4.4 разработаны рекомендации по контролю технического состояния основания при реализации усиления грунтов.

Рекомендации по применению результатов исследования. Полученные в диссертации выводы и результаты могут быть рекомендованы для усиления основания зданий и сооружений, которые потенциально подвержены деформациям. Это соответствует требованиям Технического регламента «О безопасности зданий и сооружений» - обеспечить надежность новой (модернизированной) конструкции, начиная со стадии проектирования, затем строительства и эксплуатации.

Научные результаты могут быть полезны и на участках подходов железнодорожного земляного полотна к мостам для устройства основания с переменной жесткостью. Для этой сферы возможного применения результатов диссертации необходимо оценивать эксплуатационную безопасность новой, измененной конструкции земляного полотна на основе норм и регламентов по безопасности на железнодорожном транспорте, с учетом взаимодействия пути и подвижного состава. По требованиям безопасности необходима разработка СТУ в установленном порядке.

Замечания по диссертационной работе.

Замечание 1 по расчетам. Не обоснован вывод о достаточности расчетов усиленного сваями основания только по 2-му предельному состоянию. Полученное в диссертации (с.96) снижение деформативности за счет усиления основания недостаточно для окончательного вывода по требованиям безопасности сооружений. Следовало учесть правила норм СП24.13330, в соответствии с которыми расчет осадок свайных фундаментов (расчет по второй группе предельных состояний) допускается выполнять с использованием расчетных схем, основанных на модели грунта как линейно-деформируемой среды, при обязательном выполнении условия первого предельного состояния.

Необходим также расчет осадки свайного поля за счет продавливания свай на уровне подошвы условного фундамента.

Замечание 2 по технологии. Необходима проверка прочности набивных свай, особенно на слабых грунтах, поскольку их формообразование (с.123) является случайным процессом, скважина затягивается грунтом и оплывает при реверсивном движении.

Замечание 3 по экономике. В п.4.5 (с.127) при определении экономической эффективности недостаточно обосновано сравнение по сметной стоимости вариантов усиления грунтов основания сваями разного вида. Нет расчетов и пояснений к длине, числу свай, объемам и составу работ. Принятое допущение о равном для разных видов свай выполнении требований по осадке фундамента 13-15см также не имеет расчетного обоснования. И в принципе, сметы не предназначены для сравнения экономической эффективности. В данном случае автору полезно было учесть разные по вариантам сроки выполнения работ и, следовательно, сравнивать варианты по чистому сравнительному дисконтированному доходу, основываясь на Методических рекомендациях Минфина и Минстроя.

Данные замечания не влияют на основные теоретические и практические результаты и положительную оценку диссертации, не снижают научную и практическую значимость работы. Уместно отметить достаточную для самостоятельных научных исследований научную квалификацию автора по моделированию, аналитическим расчетам и организации полевого эксперимента в широком спектре эксплуатационных условий.

Заключение о проведенном исследовании в целом и соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней ВАК.

Диссертация и автореферат Ломова Петра Олеговича «Совершенствование метода устройства основания путем усиления грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах» соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 и пп. 10, 11 и 14 раздела II «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.13 г.). Автореферат отражает основные положения диссертации. В диссертации есть необходимые ссылки на авторов и источники публикаций, которые перечислены в списке литературы.

Материалы диссертации достаточно полно представлены на научно-технических конференциях, в том числе с международным участием и опубликованы в восьми печатных работах, в том числе в 4-х изданиях, входящих в перечень ВАК, и патенте. Автореферат отражает содержание исследования.

Диссертация Ломова Петра Олеговича на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена в соответствии с п.5 Паспорта специальности 05.23.02, является самостоятельной завершенной научно-

квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по усилению основания, имеющие существенное значение для обеспечения надежности зданий и сооружений, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней»; ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Официальный оппонент – Луцкий Святослав Яковлевич,
гражданин РФ, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Проектирование и строительство
железных дорог» Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Московский
государственный университет путей сообщения Императора Николая II»
(МГУПС (МИИТ))

Адрес: 127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9.

Тел.: 8 (495) 6842464. E-mail: lsv40@mail.ru. Сайт: www.miiit.ru



С.Я. Луцкий

Подпись С.Я. Луцкого



НАЧАЛЬНИК
ЦПКВК

СН КОРЖИН

ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Ломова Петра Олеговича
«Совершенствование метода устройства основания путем усиления грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

Диссертационная работа Ломова Петра Олеговича содержит введение, четыре главы, общие выводы по работе, список литературы, включающий 134 наименования, в том числе 25 источников зарубежных авторов. Общий объем работы 167 страниц, в том числе 61 рисунок и 23 таблицы.

Актуальность работы.

Постоянный рост объемов строительства высотных зданий и сооружений приводит к необходимости решения сложных задач по устройству и проектированию фундаментов с учетом передачи на них значительных нагрузок. Практика строительства показывает, что в сложных инженерно-геологических условиях стоимость работ по устройству нулевого цикла может достигать до 20% от общей стоимости здания.

Таким образом, в настоящее время вопросы обеспечения высокой несущей способности фундаментов при повышении их экономической эффективности остаются открытыми. Здесь одним из перспективных направлений является совершенствование методов устройства искусственных оснований, к которым относятся и методы глубинного уплотнения грунтов при помощи устройства скважин, выполняемых с вытеснением грунта в стороны. Поэтому проведенные Ломовым П.О. научные исследования, направленные на решение вопросов совершенствования метода устройства основания, путем усиления грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах, актуальны и соответствуют научной специальности 05.23.02 «Основания, фундаменты и подземные сооружения». Поставленная цель и решенные задачи исследований свидетельствуют о глубоком понимании автором проблемы и учитывают современное состояние вопроса.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций сформулированных в диссертации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов в рассматриваемой работе не вызывает сомнений, так как она базируется на основных теоретических положениях механики грунтов, теории упругости и пластичности, существующих методов расчета оснований и фундаментов. К тому же обоснованность и достоверность научных положений, сделанных выводов и полученных результатов, гарантирована выполненным объемом экспериментальных и теоретических исследований,

обеспечивающего возможность проведения статистического анализа, использованием современных методов измерений, применением апробированных методик, использованием сертифицированного оборудования и поверенных приборов, адекватностью расчетных и экспериментальных данных.

Достоверность представленных автором результатов теоретических исследований также обусловлена их сопоставлением с результатами натуральных экспериментов. Представленные результаты теоретических и натуральных экспериментальных исследований показали удовлетворительную сходимость.

Таким образом, результаты, полученные автором, являются обоснованными, достоверными и в достаточной степени подтверждают защищаемые автором положения.

Научная новизна. На основании выполненного объема натуральных и численных экспериментов автором разработан подход к проектированию грунтовых оснований усиленных набивными сваями, устраиваемых в раскатанных скважинах.

Получены закономерности, определяющие характер взаимодействия набивных свай, устраиваемых в раскатанных скважинах, и грунта основания:

- установлены закономерности изменения модуля деформации усиленного набивными сваями грунтового массива, в зависимости от параметров грунта (коэффициент пористости $e_0 = 0,65 - 0,85$; показатель текучести $I_L = 0 - 0,75$) и шага набивных свай. Установлено, что усиление грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах позволяет повысить модуль деформации усиленного массива грунта более чем в два раза.

- установлены закономерности изменения коэффициента пористости грунта в уплотненной зоне, формируемой при устройстве раскатанных скважин. Установлено, что уплотненная зона грунта распространяется на расстояние до 50 см от скважины. Получены зоны с максимальным, умеренным и минимальным эффектом уплотнения.

- разработан подход к определению модуля деформации усиленного набивными сваями массива грунта.

Личный вклад автора. Автором проведены численные и натурные экспериментальные исследования работы грунтовых массивов, усиленных набивными сваями в раскатанных скважинах. По результатам исследований установлены закономерности взаимодействия набивных свай с грунтом основания.

Автор принимал участие в разработке методики проектирования грунтовых массивов, усиленных набивными сваями в раскатанных скважинах. При его участии создана новая модификация раскатчика (патент на полезную модель RU 147223) скважин,

позволяющего повысить эффективность устройства набивных свай в различных грунтовых условиях.

Значимость результатов диссертации для практики и возможные конкретные пути ее использования. Практическая ценность работы состоит в том, что результаты исследований могут быть использованы для повышения качества проектирования и устройства грунтовых оснований, усиленных набивными сваями в раскатанных скважинах. Усовершенствован способ устройства набивных свай в раскатанных скважинах. Новая модификация раскатчика скважин позволит обеспечить устройство набивных свай повышенной несущей способности, в различных грунтовых условиях.

Полнота опубликования результатов. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, 4 из которых в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК.

Оценка содержания диссертации и ее завершенности. *Во введении* к диссертации обоснована актуальность выбранной темы и приведена общая характеристика работы.

В первой главе диссертации выполнен достаточно полный обзор существующих методов усиления грунтов основания зданий и сооружений. Подробно рассмотрены вопросы глубинного уплотнения грунтов и устройства армированных массивов. Показаны преимущества комбинированных способов усиления грунтов, основанных на устройстве в грунтовом массиве жестких элементов (свай) с формированием вокруг свай уплотненных зон грунта. Как один из наиболее перспективных, выделен метод усиления грунтовых оснований с использованием набивных свай, устраиваемых в раскатанных скважинах.

На основании проведенного обзора сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе приводятся результаты натурных экспериментальных исследований усиленного набивными сваями в раскатанных скважинах массива грунта. Приведены результаты исследований работы раскатчиков разных типов. Показаны преимущества раскатчика с неподвижными катками, позволяющего выполнять работы по устройству скважин значительно быстрее существующего аналога. Показано, что в ходе исследований были выявлены проблемы связанные с эффектом сужения скважин, устраиваемых раскатчиками в грунтах с $I_L > 0,5$. В результате, предлагается в грунтах с показателем текучести $I_L = 0,5 - 0,75$ использовать модифицированную версию раскатчика, обеспечивающего подачу твердеющего материала в скважину в процессе ее формирования.

Приведены результаты исследований изменения коэффициента пористости грунта в околоскважинном пространстве с увеличением расстояния от скважины. Выделены зоны по степени уплотнения грунта.

Приводятся результаты исследований влияния на модуль деформации усиленного массива грунта и диаметр скважин различных параметров грунтового массива (коэффициента пористости $e_0 = 0,65 - 0,85$, показателя текучести $I_L = 0 - 0,75$, глубины скважин, устраиваемых до $h = 3\text{м}$). Показана эффективность усиления грунтов основания набивными сваями в раскатанных скважинах. Так, например, модуль деформации грунта с исходными показателями: $e_0 = 0,65$; $I_L = 0 - 0,25$ был увеличен более чем в 1,5 раза (с 30 до 49 МПа).

Полученные результаты натурных исследований легли в основу разработанной методики проектирования усиления грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах.

В третьей главе представлены численные исследования поведения усиленного массива грунта под нагрузкой.

Исследования проводились с целью выявления закономерностей изменения модуля деформации усиленного массива грунта в зависимости от шага расстановки свай. Показано значительное повышение эффективности усиление грунтов набивными сваями при уменьшении шага свай. Так, например, устройство в грунтовом основании (исходные показатели грунта: $e_0 = 0,7$; $I_L = 0 - 0,75$) набивных свай с шагом $2d$ обеспечило увеличению модуль деформации грунтового массива более чем в 2 раза (с 39,5 до 83,2 МПа).

Также показано, что сопоставление результатов натурных и численных исследований дает удовлетворительную сходимость.

Четвертая глава посвящена разработке подхода к проектированию усиления грунтов основания набивными сваями в раскатанных скважинах.

Усовершенствованный метод расчета грунта основания, усиленного набивными сваями в раскатанных скважинах, позволяет учитывать особенности поведения усиленного массива грунта под нагрузкой, которое определяется различными его параметрами (коэффициент пористости грунта (e_0), показатель текучести грунта (I_L), шаг свай, диаметр свай).

Даны практические примеры расчета осадки фундамента, устроенного на усиленном массиве грунта.

При сопоставлении вариантов устройства фундаментов, на конкретном примере показано, что внедрение результатов диссертационной работы в практику строительства дает возможность существенно сократить расходы на возведение нулевого цикла.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В диссертационной работе автор показывает, что результирующее влияние на деформируемость усиленного массива грунта оказывают – коэффициент пористости (e_0), консистенция грунта (I_L) и шаг расстановки набивных свай. На основании проведенных экспериментальных исследований автор выполняет построение поверхности совместного влияния коэффициента пористости и показателя текучести на модуль деформации усиленного массива грунта, при шаге расстановки набивных свай в раскатанных скважинах $l = 1$ м (гл.2, рис. 2.21). По результатам численных экспериментов автор выполняет построение поверхностей влияния шага раскатанных скважин на модуль деформации усиленного массива, в зависимости от показателя текучести (гл.3, рис. 3,12) и отдельно в зависимости от коэффициента пористости (гл.3, рис. 3,13).

Из представленных в диссертации материалов не совсем понятно как принимать проектный модуль деформации усиленного массива грунта при изменении шага набивных свай, их поперечного сечения и при этом в зависимости от совместного влияния коэффициента пористости (e_0) и показателя текучести (I_L).

2. Натурные экспериментальные исследования изменения диаметра скважин в зависимости от их глубины выполнялись при устройстве скважин на глубинах до $h = 3$ м. Здесь влияние природных напряжений на деформацию стенок скважины будет незначительным, что и показывают результаты экспериментов (гл.2, рис. 2,15). Однако с увеличением глубины скважин следует ожидать роста влияния природных напряжений на изменения диаметра скважин.

3. Введение в грунт основания стержней с жесткостью значительно превышающей жесткость грунта, например, таких как набивные сваи, может привести к изменению распределения напряжений по глубине в линейно-деформируемом полупространстве.

Таким образом подход, основанный на определении осадки фундамента, устроенного на усиленном сваями грунтовом основании, по аналогии с фундаментом на естественном основании, без учета работы свайно-грунтового массива как отдельного элемента, может привести к трудно определяемой погрешности.

4. При прочих равных условиях устройство свайных фундаментов из забивных свай является наиболее технологичным, экономичным и менее трудоемким способом по сравнению с другими аналогами устройства свайных фундаментов. В этой связи достигаемый экономический эффект (46%), рассматриваемого способа устройства фундаментов по сравнению с фундаментами из забивных свай, вызывает сомнения.

Непонятно почему принимается длина забивных свай почти в два раза больше длины набивных свай в раскатанных скважинах, при выполнении условий по предельным состояниям и при значительно меньших длинах забивных свай.

Заключение по работе. Оценивая в целом работу, следует отметить, что указанные замечания не снижают научной и практической ценности выполненных исследований.

Диссертационная работа Ломова П.О. «Совершенствование метода устройства основания путем усиления грунтов набивными сваями в раскатанных скважинах» представляет собой законченный научный труд, дает в полной мере характеристику защищаемым положениям, содержит научную новизну и практическую ценность. Тема диссертационной работы является актуальной. Основные результаты и научные положения диссертации автора достаточно полно опубликованы в научных журналах и трудах конференций.

Автореферат содержит все необходимые разделы и соответствует содержанию диссертационной работы.

По объему и уровню выполненных исследований, новизне полученных результатов диссертационная работа отвечает требованиям положения о присуждении ученых степеней (пп. 9-14), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Ломов Петр Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Официальный оппонент – Самарин Дмитрий Геннадьевич, гражданин РФ, кандидат технических наук, доцент кафедры «Основания, фундаменты и испытания сооружений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» (ТГАСУ)

Адрес: 634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Тел.: 8 (3822) 52-70-66 e-mail sdgsamara@mail.ru

Специальность ВАК, по которой защищена диссертация,

05.23.02 - «Основания и фундаменты, подземные сооружения»

Самарин Дмитрий Геннадьевич
20.03.2017 г.

Подпись Самарина Д.Г. удостоверяю,
проректор по научной работе ТГАСУ



В.А. Клименов