

УТВЕРЖДАЮ:

Доктор технических наук, доцент, проректор
по науке и инновациям, ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный технический

А.В. Башкиров

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

на диссертационную работу Зорина Дмитрия Васильевича

«Несущая способность буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения

Актуальность темы исследования

Выбранная тема диссертационного исследования Зорина Д.В., несомненно, является актуальной. В настоящее время это обусловлено увеличением объемов строительства, в том числе высоконагруженных сооружений, и необходимостью восстановления эксплуатационной пригодности инфраструктуры городов в криолитозоне. Буровые сваи, такие как буроопускные, буронабивные, буроинъекционные, могут использоваться как при новом строительстве, так и при реконструкции, необходимость которой возникла в связи с возникновением деформаций оснований фундаментов.

До настоящего времени исследования буровых свай, изготовленных с применением химических добавок, в основном были направлены на изучение кинетики твердения материала их ствола, но не содержали результатов, позволяющих достоверно оценить величину несущей способности этих свай в многолетнемерзлых грунтах.

Из-за возникающего массообмена в действующей нормативной документации присутствуют ограничения по использованию буровых свай с добавками в многолетнемерзлых грунтах. Поэтому исследования, направленные на изучение величины данного массообмена, приводящего к засолению околоствайного пространства и снижению механических характеристик грунтов вследствие этого, актуальны и имеют перспективы.

Структура и содержание работы

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 174 наименований, содержит 152 страницы текста, 63 иллюстрации и 21 таблицу.

Диссертационная работа написана грамотным профессиональным языком, диссертация имеет четкую структуру – все главы логически выстроены и системно взаимосвязаны, что дает полное представление о цели научной работы и достигнутых научных результатах исследования.

Во введении автор обосновывает актуальность выбранной темы исследования, степень её разработанности, объект и предмет исследования, цель и задачи научной работы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы исследования, положения, выносимы на защиту, степень достоверности защищаемых положений и результаты апробации работы.

АО «НИЦ «Строительство»	
Вход. №	8/к
« 09 »	12 20 25 г.

Первая глава посвящена комплексному обзору и анализу современной научно-технической литературы, посвященной особенностям устройства буровых свай, изготовленных с применением химических добавок, в многолетнемерзлых грунтах. Рассмотрены вопросы опыта их применения в криолитозоне, твердения бетона в условиях мерзлоты, теплообмена, возникающего между бетоном свай и их основанием, массообмена и его интенсивности, влияния засоленности многолетнемерзлых грунтов на их прочность. Выполнен анализ существующей методики расчета несущей способности свай по грунту, выявлены её ограничения и недостатки, что подчеркивает актуальность исследования.

Показано, что массообмена между бетоном и грунтом возможно избежать под пятой сваи путем устройства подушки из щебня, цементно-песчаной смеси или другого материала. В результате автор обосновал необходимость усовершенствования методики определения несущей способности буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах путем введения нового коэффициента условий работы к предельно длительному сопротивлению грунта сдвигу.

Обзор научных работ, представленный в первой главе диссертации, в достаточной мере отражает состояние вопроса по выбранной теме исследования.

Во второй главе представлена диссертационной работы представлена методология экспериментальных исследований, разработанная для решения поставленных задач. Методология заключалась в проведении комплекса лабораторных и полевых испытаний мерзлых грунтов для определения их физико-механических характеристик и апробации предложенных решений. Для всего комплекса испытаний принята одна химическая добавка, включающая формиат натрия в качестве противоморозного компонента и полифункционального модификатора в качестве воздухововлекающего и пластифицирующего компонента.

Для проведения лабораторных испытаний на одноплоскостной срез разработан новый способ подготовки образцов, который дополнительно включал заполнение колец цементным раствором, изготовленным с применением химической добавки. Для разработки способа устройства буровой сваи, исключающего возможность засоления ее основания, проведены испытания грунтов, покрытых гидроизоляционным материалом. Подготовка образцов для проведения данных испытаний дополнительно включала нанесение на поверхность образца грунта жидкой резины.

Автором разработана конструкция лотка для проведения испытаний фрагментов свай. Для определения степени засоленности грунтов вокруг фрагментов кондуктометрическим методом получена зависимость электрической проводимости от заданной концентрации водного раствора с комплексной химической добавкой.

Третья глава содержит результаты исследования по определению предельно длительного сопротивления сдвигу искусственно засоленных мерзлых грунтов. Представлены зависимости сопротивления мерзлых засоленных глинистых и песчаных грунтов сдвигу от температуры, полученные экспериментально и аппроксимированные линейными функциями. Далее путем регрессионного анализа с использованием нормативных данных получены уравнения, позволяющие определить расчетное сопротивление искусственно засоленного грунта сдвигу на боковой поверхности буровых свай в зависимости от степени засоленности грунта и температуры.

Представлены результаты испытаний грунтов на одноплоскостной срез с покрытием жидкой резиной. Определено, что при гидроизоляции грунта защитным материалом сопротивление сдвигу может увеличиваться в 1,2–1,3 раза по сравнению с искусственно засоленными образцами. Эффективность предложенного решения достигается при заливке раствора на образец сразу после нанесения гидроизолирующего материала.

Представлены результаты лотковых испытаний фрагментов свай, проведенных для дальнейшей апробации совершенствуемой методики. Выполнен сравнительный анализ результатов с данными, полученными по одноплоскостному срезу. Показано, что сдвиг в процессе нагружения

свай происходит по поверхности грунт — грунт в непосредственной близости от свай, что корреспондируется с общепринятыми представлениями.

В главе четыре представлены результаты расчетно-теоретического исследования и сравнительного анализа их результатов с опытными данными, полученными автором. Представлены результаты серии численных теплотехнических расчетов и расчетов степени засоленности грунтов основания буровых свай, изготовленных с применением химической добавки.

Выполнена статистическая обработка результатов теплотехнических расчетов и получена нелинейная многофакторная зависимость времени замерзания оснований, оттаявших в процессе устройства свай различных диаметров, от начальной температуры и теплофизических свойств многолетнемерзлых грунтов. Зависимость предложено использовать в качестве методики предварительной оценки времени при проектировании.

Представлены зависимости степени засоленности грунтов вокруг свай на различные моменты времени, рассчитанные с использованием методики предварительной оценки времени замерзания их оснований, оттаявших в процессе устройства. Показано, что засоленность грунтов значительным образом возрастает на контакте со сваями. На основе этого разработана схема для расчета несущей способности буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах.

В главе пять представлена усовершенствованная методика определения несущей способности буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах и множество значений коэффициента условий работы, полученных для принятого состава химической добавки. Предельно длительное сопротивление сдвигу многолетнемерзлого искусственно засоленного грунта предложено определять по результатам проведения испытаний грунта с заданной степенью засоленности или с использованием коэффициента условий работы. Величина коэффициента определяется в зависимости от вида и начальной температуры грунта, его теплофизических свойств, и диаметра свай.

Приведены результаты апробации методики по данным статических испытаний натуральных буронабивных свай и фрагментов свай различных диаметров. Показано, что несущая способность, определенная расчетом, отличается от опытных данных не более чем на 6-16 %, а достоверность расчета по усовершенствованной методике увеличивается на 40 %.

Представлен разработанный автором способ устройства буровой сваи в многолетнемерзлом грунте, исключаяющий массообмен между бетоном и грунтом, который включает покрытие поверхности скважины слоем защитного гидроизолирующего материала, закрывающего поры грунта.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

В анализируемой диссертационной работе была корректно поставлена цель исследования, которая заключается в решении научно-технической задачи по совершенствованию методики определения несущей способности буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах. Данная цель согласуется как с названием диссертации, так и с поставленными задачами, всей структурой диссертации, полученными результатами и научной новизной.

Цель диссертационной работы полностью реализована и раскрыта через решение поставленных соискателем основных задач:

- выполнить аналитический обзор научно-технической, методической и нормативной литературы, затрагивающей вопросы теплообмена и массообмена между бетоном буровых свай, изготовленных с применением химических добавок, и многолетнемерзлым грунтом, а также методы расчета несущей способности и способы их устройства;

- провести комплексные лабораторные исследования по выявлению механизмов и закономерностей изменения степени засоленности и предельно длительного сопротивления сдвигу мерзлых грунтов при устройстве буровых свай при различных температурах основания;

- выполнить расчетно-теоретическое исследование времени замерзания и степени засоленности грунтов основания буровой сваи после ее устройства;
- усовершенствовать методику определения несущей способности буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах;
- апробировать методику путем сравнения расчетных значений со значениями, полученными по результатам статических испытаний натурных свай.

Объектом исследования автор определил многолетнемерзлые глинистые и песчаные грунты, искусственно засоленные вследствие массообмена между раствором и грунтом при устройстве буровых свай.

Предметом исследования является несущая способность буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах.

Основное содержание диссертационной работы отражено в опубликованных автором 9 научных работах, из которых 4 статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий по списку ВАК РФ, 2 статьи, индексируемые в международных базах данных Web of Science и Scopus. На разработанный автором способ получен патент. Анализ содержания опубликованных работ показывает, что в них достаточно полно отражено основное содержание выполненного исследования. В своих публикациях автор рассказывает и подтверждает обоснованность разработанных научных положений диссертации.

Научная новизна

Диссертационная работа обладает научной новизной, которая заключается в усовершенствовании методики определения несущей способности буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах, позволяющей повысить достоверность расчета на 40 %. Автором предложен оригинальный способ подготовки образцов для определения сопротивления сдвигу искусственно засоленных грунтов, включающий заливку цементного раствора положительной температуры, изготовленного с применением химической добавки, на мерзлый грунт, как с использованием гидроизолирующего материала, так и без него.

Получены и научно обоснованы закономерности изменения времени замерзания грунтов основания буровых свай различных диаметров после их устройства, а также степени засоленности и предельно длительного сопротивления сдвигу мерзлых глинистых и песчаных грунтов во времени. Полученные закономерности расширяют представления об изменении прочностных свойств многолетнемерзлых грунтов в процессе формирования свай.

Экспериментально доказана перспективность использования в практике гидроизоляционного покрытия стенок скважины при устройстве буровых свай, исключаящего массообмен между бетоном и грунтом.

Полученные научные результаты, выводы и рекомендации соискателя можно охарактеризовать как соответствующие содержанию выполненных исследований.

Научная и практическая ценность диссертации

Научная значимость диссертационной работы заключается в развитии представлений о механизме и закономерностях изменения степени засоленности и прочностных свойств многолетнемерзлых грунтов основания буровых свай, изготовленных с применением химических добавок.

Установлена зависимость сопротивления сдвигу искусственно засоленных многолетнемерзлых глинистых и песчаных грунтов от температуры с помощью разработанного автором способа подготовки образцов и стандартных методов лабораторного определения свойств грунтов. Выполнен сравнительный анализ зависимостей температуры и степени засоленности грунтов от расстояния до сваи и времени, полученных экспериментальным и расчетным путем, который показал положительный результат.

Практическая значимость заключается в разработке и успешной апробации методики с использованием определенных автором частных значений коэффициента условий работы буровой сваи, изготовленной с применением выбранной химической добавки, в многолетнемерзлом грунте, которые могут использоваться в практике при расчете несущей способности.

Разработана методика предварительной оценки времени замерзания оснований, оттаявших в процессе устройства свай различных диаметров, от начальной температуры и теплофизических свойств многолетнемерзлых грунтов, которую возможно использовать на этапе проработки конструктивных решений при проектировании фундаментов.

Разработан способ, обеспечивающий набор прочности бетона без электропрогрева и исключающий возможность массообмена между бетоном и грунтом при устройстве буронабивной сваи в многолетнемерзлом грунте, а также позволяющий сохранить величину предельно длительного сопротивления сдвигу мерзлых грунтов.

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Полученные в диссертационной работе результаты несомненно имеют значение для развития геотехники и практики проектирования свайных фундаментов на многолетнемерзлых грунтах.

Установленные закономерности изменения времени замерзания грунтов основания свай после их устройства, а также степени засоленности и предельно длительного сопротивления сдвигу мерзлых грунтов во времени расширяют представления об изменении физико-механических свойств многолетнемерзлых грунтов основания в процессе формирования буровых свай с добавками и создают предпосылки для дальнейших исследований.

Предложенные оригинальные способы подготовки образцов для определения сопротивления сдвигу искусственно засоленных грунтов создают научно обоснованную основу для совершенствования практических методов инженерно-геологических изысканий.

Усовершенствованная методика определения несущей способности свай и разработанная методика предварительной оценки времени замерзания оснований, оттаявших в процессе устройства свай, дополняют существующие подходы к проектированию, а разработанный автором способ, исключающий массообмен, позволяет расширить арсенал средств по устройству оснований и фундаментов на многолетнемерзлых грунтах.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать при определении механических свойств мерзлых грунтов, искусственно засоленных в результате устройства буровых свай с добавками.

Разработанные методики расчета могут быть внедрены в практику проектных организаций для повышения надежности фундаментных решений, при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Внедрение разработанного способа возможно в дальнейшем при наличии апробации по данным полевых испытаний натурных свай, изготовленных с его использованием.

Полученные закономерности изменения времени замерзания грунтов основания буровых свай различных диаметров после их устройства, а также степени засоленности и предельно длительного сопротивления сдвигу мерзлых глинистых и песчаных грунтов во времени следует учитывать при разработке нормативно-технических и методических документов по проектированию свайных фундаментов, а также при проведении научных исследований в области геотехники и механики мерзлых грунтов.

Замечания к диссертационной работе

1. В качестве обоснования актуальности выбранной темы диссертационного исследования автор приводит отсутствие элементов заводской готовности при устройстве буронабивных свай по

сравнению с буроопускными сваями. При этом, результаты сравнительного анализа технико-экономической эффективности различных способов устройства свай в тексте отсутствует.

2. На странице 40 допущена опечатка. Единицы измерения степени засоленности грунта на рисунке 1.13 указаны не верно.

3. Следует пояснить почему испытания грунтов на одноплоскостной срез проводились при одной нормальной нагрузке.

4. Экспериментальные исследования включали проведение лотковых испытаний фрагментов свай диаметром 350 мм. Диаметр лотка составлял 600 мм. Сказано, что его габариты подбирались таким образом, чтобы минимизировать их влияние на результаты эксперимента. Просим пояснить как осуществлялся выбор диаметров фрагмента сваи и лотка.

5. Для полевых испытаний натурных буронабивных свай следует разъяснить по какой причине приняты различные диаметры, 350 и 500 мм, и длины от 4,0 до 6,0 м без повторности.

6. Вывод об увеличении предельно длительного сопротивления сдвигу, при использовании разработанного автором способа, по сравнению с искусственно засоленными образцами делается на основании серии испытаний при одной отрицательной температуре минус 1,5 °С. По какой причине выбрана данная температура?

7. Следует пояснить почему сопротивление сдвигу оказалось выше в результате лотковых испытаний по сравнению с испытаниями на одноплоскостной срез. Учитывая данное обстоятельство, можно сделать вывод о том, что испытания на одноплоскостной срез для определения сопротивления грунтов сдвигу не дают удовлетворительного результата.

8. На странице 93 допущена опечатка. Обозначение оси ординат на рисунке 4.2 не совпадает с названием рисунка. Просим пояснить по какой причине по оси ординат принята температура $T + 1$, °С?

9. Численные теплотехнические расчеты выполнены для пяти начальных температур многолетнемерзлых грунтов от минус 0,5 до минус 6 °С. Требуется пояснения, что подразумевается под начальной температурой грунта. Как получено начальное температурное распределение? Какие граничные условия установлены в модели?

10. На странице 124 допущена опечатка. Обозначения на рисунке 5.4 не совпадают с подрисуночным текстом.

11. В качестве направления для дальнейших исследований автором предлагается изучение изменения сил морозного пучения при засолении. На сколько данное решение может быть эффективным, учитывая снижение засоленности во времени?

Следует отметить, что указанные замечания не снижают значимости и законченности проведенных исследований соискателя Зорина Дмитрия Васильевича. Указанные замечания отражают сложность, уникальность и многогранность рассматриваемой автором проблемы.

Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация Зорина Дмитрия Васильевича соответствует паспорту научной специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения в части следующих пунктов:

- п. 1. Разработка научных основ и практических методов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, основанных на математических моделях грунтовой среды и горных пород и обеспечивающих методы расчета оснований и фундаментов и подземных сооружений исходной информацией о физико-механических характеристиках грунтовой среды и горных пород и их изменениях в результате различных воздействий;

- п. 5. Разработка новых методов расчета, проектирования и испытаний высокоэффективных конструкций, способов и технологий устройства оснований и фундаментов в особых инженерно-геологических условиях: на слабых, насыпных, просадочных, засоленных, набухающих, закарстованных, вечномерзлых, пучинистых и других грунтах;

- п. 15. Экспериментальные исследования, направленные на изучение процессов взаимодействия фундаментов и грунтового основания, с целью выявления особенностей такого взаимодействия, оценки эффективности новых конструкций фундаментов, обоснования расчетно-теоретических моделей грунтового основания и численных решений геотехнических задач.

Заключение

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Зорина Дмитрия Васильевича на тему: «Несущая способность буровых свай в искусственно засоленных многолетнемерзлых грунтах» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития данной отрасли науки.

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрены и утверждены на заседании кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» «02» декабря 2025 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент

Панфилов Дмитрий
Вячеславович

доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент

Ким Вячеслав Хакченович

доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент

Ким Марина Семеновна

Подписи Панфилова Д.В., Ким В.Х., Ки



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84
Тел.: +7 (473) 207-22-20
E-mail: rector@vorstu.ru, rector@vgasu.vrn.ru, rector@cchgeu.ru

Панфилов Дмитрий Вячеславович

Заведующий кафедрой строительных конструкций, оснований и фундаментов
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,

кандидат технических наук, по специальности 2.1.5. (05.23.05) «Строительные материалы и изделия», доцент

Адрес: г. Воронеж, ул. Вл. Невского, д. 25/9, кв. 167

Тел.: 8-910-349-76-59

E-mail: dpanfilov@cchgeu.ru

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

 Д.В. Панфилов

Ким Вячеслав Хакченевич

доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,

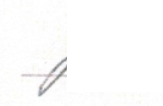
кандидат технических наук, по специальности 2.1.2. (05.23.02) «Основания и фундаменты, подземные сооружения», доцент

Адрес: г. Воронеж ул. Алексеевского д.18, кв. 20

Тел.: 8-920-423-90-78

E-mail: mkim@cchgeu.ru

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

 В.Х. Ким

Ким Марина Семеновна

доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,

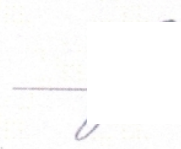
кандидат технических наук, по специальности 2.1.2. (05.23.02) «Основания и фундаменты, подземные сооружения», доцент

Адрес: г. Воронеж ул. Одоевского д.23

Тел.: 8-920-468-91-36

E-mail: vkim@cchgeu.ru

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

 М.С. Ким