

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора

Невзорова Александра Леонидовича

на диссертационную работу

Бояринцева Андрея Владимировича

«Учет влияния материала конструкции свайного фундамента на совместную работу с грунтовым основанием при его промерзании»,
представленную в диссертационный совет 24.2.380.04 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения

Представленная на отзыв диссертация А.В. Бояринцева состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 160 наименований и четырех приложений. Содержание работы изложено на 190 страницах с 24 таблицами, 88 рисунками и фотографиями.

Актуальность темы. При строительстве в северных природно-климатических условиях сезонное промерзание грунтов является одним из основных факторов, осложняющих и удорожающих возведение и эксплуатацию фундаментов. В последние годы все более широкое применение находят сваи из новых нетрадиционных материалов, в том числе трубчатые, однако расчет устойчивости таких свай в промерзающем грунте не находит достаточного отражения в нормативных документах, в частности, требуют экспериментального изучения силы смерзания различных типов грунтов с боковой поверхностью и глубина промерзания грунта вокруг сваи. Цель и задачи исследований, заявленные автором, свидетельствуют о глубоком понимании проблемы и учитывают современное состояние вопроса. Полученные в диссертации экспериментальные зависимости позволяют выполнить количественную оценку взаимодействия пучинистого грунта с указанными сваями и могут использоваться при проектировании свайных фундаментов малоэтажных зданий, опор трубопроводов, линий электропередачи и других сооружений. Таким образом, выполненные А.В. Бояринцевым научные исследования весьма актуальны и своевременны, и диссертация безусловно соответствует заявленной специальности.

Научная новизна результатов исследований, представленных соискателем к защите, состоит в следующем:

1. Экспериментально, в том числе при длительных испытаниях, по специально разработанным методикам установлены зависимости сил трения и сцепления мерзлого грунта со свайей от величины гидрофобности и шероховатости поверхности, включая особенности расположения микронеровностей.

2. Выявлено и экспериментально обосновано влияние конструктивных и теплофизических параметров свай из нетрадиционных материалов на размеры деятельного слоя при сезонном промерзании и оттаивании грунтов.

Практическая значимость диссертации заключается в следующем:

1. Разработано несколько способов повышения несущей способности свай в промерзающих пучинистых грунтах путем создания искусственных шероховатостей или неровностей с помощью специального полимерного покрытия с наполнителем; указанные способы защищены несколькими патентами на изобретения или полезные модели.

2. Разработаны и апробированы методы определения прочности смерзания грунта со стволом сваи в лабораторных условиях и сил трения немерзлого грунта по поверхности сваи.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации, их достоверность. Представленная диссертация базируется на фундаментальных положениях механики грунтов, геокриологии и фундаментостроения. Противоречащие данным исследований отечественных и зарубежных ученых положения и гипотезы в диссертации не использовались. Достоверность представленных автором результатов обусловлена их сопоставлением с данными ранее выполненных исследований, применением современных приборов, математической обработкой результатов измерений. Обоснованность выводов и рекомендаций подтверждается лабораторными и полевыми экспериментами, численным моделированием температурного режима основания.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации. Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы заключается в разработке эффективных конструкций свай, предназначенных для применения в промерзающих пучинистых грунтах и методов их расчета. Внедрение полученных зависимостей в практику проектирования будет способствовать повышению надежности и эффективности проектных решений свайных фундаментов зданий и сооружений, возводимых в холодном климате.

Оценка содержания диссертации.

Во введении сформулирована проблема и обоснована актуальность проводимых исследований, заявлены цель и задачи исследований, представлены научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, выносимые на защиту положения.

В первой главе диссертации приведен подробный анализ предшествующих исследований отечественных и зарубежных ученых о природе морозного пучения грунтов, конструктивных решениях свайных фундаментов в пучинистых грунтах, включая полимерные композитные сваи, определены направления исследований.

Во второй главе приведены результаты численного моделирования температуры вмещающего сваю массива грунта. Расчеты выполнялись в программе Qfrost, использующей разработанный на кафедре геокриологии МГУ алгоритм. Программа позволяет кроме теплопроводности и теплоемкости материалов учитывать годовой ход температу-

ры воздуха, условия теплообмена на поверхности грунта, теплоту фазовых переходов поровой влаги. Задача решалась в осесимметричной постановке. В этом же разделе диссертации приведены результаты опытов по промораживанию образцов грунта, заключенных в гильзы из металла и стеклопластика, которые позволили выполнить анализ перераспределения влаги в промерзающем грунте при различном положении фронта промерзания.

Третья глава диссертации связана с исследованиями взаимодействия поверхности сваи с мерзлым грунтом. Автор проводил эксперименты с образцами бетона, стали, стеклопластика, фторопласта и восьмью типами грунтов – супесями, суглинком, песками. Методом прямого плоскостного среза определены угол трения и сцепление на контакте немерзлых грунтов с названными материалами. Силы смерзания грунтов с указанными материалами определялись тем же методом, а также по авторской методике – путем выдавливания образцов из колец. Автор нашел величину критической шероховатости, при которой наблюдается переход от смещения по контакту грунта с поверхностью к разрушению по поверхности скольжения, проходящей внутри грунта. В опытах продолжительностью до 2 недель изучалась длительная прочность смерзания.

В четвертой главе приводятся технические решения по устройству свайных фундаментов в пучинистых грунтах, данные испытаний образцов стволов композитных свай на прочность и определения их сопротивления выдергивающей нагрузке при наличии песчаного покрытия на поверхности, а также описание и результаты полевого эксперимента. Последний заключался в наблюдении в течение зимы за ходом промерзания грунта и подъемом под действием касательных сил морозного пучения стальной и композитной свай, погруженных в супесчаный грунт на глубину 1,6 м.

В последнем пятом разделе изложены основные выводы по материалам исследований и дано краткое описание разработанных автором технических решений.

Замечания по диссертационной работе:

1. В сводах правил СП 24.13330 и СП 25.13330 приведены таблицы со значениями касательных сил морозного пучения и расчетным сопротивлением мерзлых и немерзлых грунтов на боковой поверхности свай. Но в диссертации эти данные не анализируются, автор не сопоставляет полученные им результаты по взаимодействию грунтов с бетонной и металлической поверхностью со значениями из нормативных документов, не формулирует каких-либо предложений по дополнению этих документов для обеспечения возможности использования свай из новых композитных материалов.

2. При численном моделировании температуры массива грунта не учтен снос тепловой энергии ветром, что весьма существенно, например, для опор трубопроводов, эстакад, не учтен и теплоперенос за счет конвекции воздуха внутри трубчатой сваи. Не принято во внимание влияние соседних свай, хотя зона влияния сваи на температуру грунта весьма значительна. В частности, согласно рисунку 2.11,б так называемый радиус воронки к концу зимы вокруг сваи диаметром 0,2 м составляет 4,2 м, а вокруг сваи диаметром 0,4 м – 5,8 м. Кстати, хорошим способом верификации модели был бы расчет

температуры для организованного автором полевого эксперимента и сопоставление полученных значений с данными измерений в термоскважинах.

3. Автор предложил методику определения сил смерзания грунта с поверхностью сваи, согласно которой образец размещается внутри гильзы. Требуется пояснить назначение опытов по закрытой схеме – без подпитки грунта водой, ведь наличие миграционного потока, с образованием линз льда и пучением будет влиять на результаты (см., например, фото на рисунке 1.9). Не учитывалось и влияние давления морозного пучения, действующего на стенки трубы в горизонтальном направлении.

4. Известно, что сваи под действием сил морозного пучения вытягиваются вверх год за годом, так как при оттаивании грунта они не возвращаются в исходное положение. В частности, представленные на рисунке 1.1 деформации, конечно, возникли в результате накопления ежегодных деформаций. В рассматриваемой работе фактор цикличности промерзания-оттаивания автором не принят во внимание.

5. В таблице 4.4 указано, что относительные деформации морозного пучения грунта на опытной площадке составляют 0,12. При промерзании на 0,5 м подъем свободной поверхности должен быть 60 мм или с учетом нагрузки от собственного веса грунта чуть меньше. В то же время перемещение стальной сваи за счет пучения пренебрежимо мало - всего лишь 3 мм. Иными словами, в полевом эксперименте подтвердить эффект от применения композитной сваи вместо стальной не удалось. Кроме того, на опытном участке автор не проводил необходимых замеров подъема поверхности.

6. Обычно температура массива грунта из-за инерционности системы в течение года меняется плавно, без пиков и скачков. Графики зависимости глубины промерзания от времени, приведенные на рисунках 4.22 и 4.23, являются нехарактерными, тем более для февраля. Например, 1 февраля глубина промерзания была 25 см, 4 февраля – 47 см, а неделю спустя – снова 25 см. Автору следовало бы разобраться с причинами таких изменений. В замечании 2 уже говорилось о необходимости, например, численного моделирования температуры для условий полевого эксперимента.

7. В работе проводились исследования прочности образцов ствола из композитных материалов на осевую нагрузку, однако большую проблему представляет прочность таких свай при воздействии горизонтальных нагрузок, одной из которых является морозной пучение. Отсюда следует, например, обоснование необходимости заполнения трубчатых свай бетоном.

Изложенные в отзыве замечания не снижают научную и практическую ценность представленной диссертационной работы, которую можно рассматривать как законченное научное исследование.

Заключение. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития строительной отрасли. Тема диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения, а именно, пункту 2 (Создание науч-

ных и методологических основ фундаментостроения и подземного строительства в сложных инженерно-геологических, гидрогеологических и природно-климатических условиях, а также при особых природных и техногенных воздействиях) и пункту 5 (Разработка новых методов расчета, высокоэффективных конструкций и способов устройства оснований и фундаментов в особых инженерно-геологических условиях: на слабых, насыпных, просадочных, засоленных, набухающих, закарстованных, вечномерзлых, пучинистых и других грунтах).

Работа обладает внутренним единством, содержит выдвигаемые для публичной защиты новые научные результаты и положения и свидетельствует о личном вкладе автора в фундаментостроение. Выводы, сделанные автором, отражают основные результаты работы.

Диссертационная работа «Учет влияния материала конструкции свайного фундамента на совместную работу с грунтовым основанием при его промерзании», соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней (п.9), утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Считаю, что Андрей Владимирович Бояринцев достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Официальный оппонент:

профессор кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» доктор технических наук по специальности 05.23.02. Основания и фундаменты, подземные сооружения, профессор, советник РААСН



Александр Леонидович Невзоров

21 декабря 2022 г.

Адрес: 163002, Архангельская обл., г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17

Интернет сайт организации: <https://narfu.ru/>

Тел. раб. 8 (8182) 41-28-99, тел. моб. +7 911-554-68-28

E-mail: a.l.nevzorov@yandex.ru

