



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»  
440028, Пенза, ул. Германа Титова, 28.  
Тел./факс: (8412) 49-72-77  
E-mail: office@pguas.ru  
WEB: www.pguas.ru  
ОКПО 02069059  
ОГРН 1025801202624  
ИНН/КПП 5835000786/583501001

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет  
архитектуры и строительства»

К.Т.Н., доцент

Болдырев С.А.

10.05.2023 №

На №

от



05

2023 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный архитектурно-строительный университет» на диссертационную работу Хегази Осамы Мохаммед Махмуд на тему: «Исследование развития сил отрицательного трения по боковой поверхности сваи, вызванных осадкой окружающего грунта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

### 1. Актуальность темы исследования

Актуальность темы исследования объясняется тем, что на территориях, сложенных слабыми глинистыми грунтами, в частности в республике Египет, где слабые глинистые грунты распространены в средней и северной частях дельты реки Нил, а их мощность достигает 15 и более метров, одним из эффективных способов устройства фундаментов являются свайные фундаменты, прорезающие толщу слабых грунтов до подстилающих их более прочных пород. Однако, при оседании окружающего слабого грунта на боковой поверхности сваи возникают силы отрицательного трения, которые догружают сваю, снижая ее несущую способность.

Оседание грунта вокруг свай может произойти по многим причинам, но чаще всего это является следствием пригрузки поверхности грунта насыпями при планировке территорий. Изучение эффекта влияния пригрузки грунта вокруг сваи на развитие сил отрицательного трения на ее боковой поверхности, а также разработка инженерной методики его учета при определении допускаемой нагрузки на сваю являются неотложной задачей современного строительства.

В связи с вышеизложенным тема диссертационной работы «Исследование развития сил отрицательного трения по боковой поверхности свай, вызванных осадкой окружающего грунта» является актуальной и имеет научное и практическое значение.

## **2. Структура и содержание работы**

Диссертационная работа изложена на 130 страницах и состоит из введения, трех глав, выводов, списка литературы из 146 наименований и одного приложения, содержит 93 рисунка и 10 таблиц.

**Во введении** представлен краткий обзор результатов экспериментальных и теоретических исследований развития сил отрицательного трения и методов их учета при определении несущей способности свай. Рассмотрены причины и условия возникновения отрицательного трения, приведены примеры, подтверждающие необходимость его учета при проектировании зданий и сооружений на свайных фундаментах в оседающих грунтах. Достаточно подробно изложены результаты исследований отрицательного трения экспериментальными, численными и аналитическими методами, проведенных в нашей стране и за рубежом, а также предложения по их учету при проектировании свайных фундаментов. Отмечено, что рекомендуемые для практических расчетов методы учета сил отрицательного трения на несущую способность и осадки свай в большинстве случаев не учитывают влияние на них сжатия ствола свай, жесткости грунта под их нижними концами и действующую на сваю вертикальную нагрузку, что может привести к их недооценке и, как следствие, развитию недопустимых деформаций возведенных строений.

Выполненный анализ доступной информации по рассматриваемому вопросу позволил диссертанту обосновать необходимость и определить цель и задачи проведения дальнейших исследований.

**Вторая глава** посвящена исследованию работы вертикальных, наклонных и конусных свай в оседающем грунте. Дополнительно изучено влияние заделки головы вертикальной сваи в жесткий недеформируемый ростверк на распределение сил трения, изгибающих моментов и осевых сил в свае при оседании грунта, а также исследовано влияние щебеночных экранирующих свай-дрен на развитие сил отрицательного трения на боковой поверхности фундаментной сваи.

Исследования проводились методом конечных элементов в трехмерной постановке с помощью ПК ABAQUS. Грунт (слабая водонасыщенная глина) моделировался модифицированной моделью Cam Clay (MCC), слой песка моделью Мора-Кулона (MC), свая моделировалась как 3D линейный упругий материал. Интерфейс между сваей и грунтом моделировался с



использованием алгоритма "поверхность к поверхности" в ПК ABAQUAS 2017.

Выполненными исследованиями подтвержден и детально изучен факт развития сил отрицательного трения на боковой поверхности цилиндрических и конусных свай при оседании окружающего грунта, установлена зависимость степени их развития, характеризуемой глубиной расположения нулевой точки, от длины сваи и ее диаметра, угла сбega у конусных свай и угла отклонения от вертикали у цилиндрических, интенсивности нагрузки на поверхности грунта, свойств грунта, модуля упругости материала сваи, соотношения модулей деформации грунта под нижним концом сваи и вдоль ее боковой поверхности, коэффициента трения между сваями и окружающим грунтом и вертикальной нагрузки на сваю.

Показано и объяснено положительное влияние щебеночных свай на работу фундаментной сваи, которое заключается в ускорении стабилизации ее осадки, снижении сил отрицательного трения на боковой поверхности сваи и вертикальных осевых усилий в ее сечениях, что позволяет увеличить допустимую нагрузку на сваю фундамента при проектировании.

Положительное влияние щебеночных свай на работу свайного фундамента заключается в ускорении стабилизации осадки фундамента, снижении сил отрицательного трения на боковой поверхности сваи и вертикальных осевых усилий в ее сечениях, что позволяет увеличить допустимую нагрузку на сваю фундамента при проектировании.

**Третья глава** посвящена разработке инженерной методики расчета несущей способности сваи при оседании окружающего грунта. Рассмотрено три методики определения расположения нулевой точки – на основе эмпирического решения, на основе регрессионного анализа и с использованием искусственных нейронных сетей. Анализ результатов, полученных по этим методикам, а также сопоставление их с данными опубликованных исследований показали, что решение, основанное на имитации работы искусственных нейронных сетей, является наиболее точным, что позволяет рекомендовать его для практических расчетов.

### **3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность научных положений и результатов работы обеспечена методологической основой диссертационного исследования, которой являются труды отечественных и зарубежных ученых в области геотехники, использованием современных сертифицированных программных комплексов и методик обработки экспериментальных данных, включая полученных

численным методом, а также публикациями в рецензируемых изданиях и апробацией результатов исследований на международных конференциях.

#### **4. Научная новизна**

Научная новизна работы заключается в установлении новых данных о развитии сил отрицательного трения на боковых поверхностях вертикальных и наклонных свай, работающих в условиях оседающего грунта, в установлении наиболее важных факторов, влияющих на степень развития отрицательного трения, характеризуемую глубиной расположения нулевой точки, на осевые усилия и изгибающие моменты в их стволах, а также в установлении механизма влияния щебеночных свай-дрен на развитие сил отрицательного трения на боковой поверхности фундаментных свай.

#### **5. Теоретическая и практическая значимость диссертации**

*Теоретическая значимость диссертационной работы* заключается в установлении зависимостей развития сил отрицательного трения от геометрических размеров и формы поперечного сечения свай, угла ее отклонения от вертикали, способа сопряжения с ростверком, интенсивности нагрузки на поверхности грунта, жесткости грунта под нижним концом свай и наличия экранирующих щебеночных свай-дрен.

*Практическая значимость диссертационной работы* заключается в возможности использования данных выполненных исследований и разработанных методик расчета при проектировании свайных фундаментов на слабых оседающих грунтах, в частности на территории республики Египет, для повышения эффективности технико-экономических решений фундаментов за счет применения конусных свай и экранирующих щебеночных свай-дрен и актуализации соответствующих нормативных документов.

#### **6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Значимость полученных автором диссертации результатов проведенных исследований и полученных аналитических зависимостей заключается в разработке принципов расчета и проектирования свайных фундаментов, работающих в условиях оседающих грунтов, а также возможности их использования для дальнейшего совершенствования нормативной базы в области свайного фундаментостроения.

#### **7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Рекомендуется использовать результаты диссертационной работы для проектировании фундаментов на вертикальных и наклонных сваях,



работающих в условиях оседающей грунтовой толщи, для анализа последствий вертикальных планировок территорий, застроенных зданиями на свайных фундаментах; для снижения интенсивности сил отрицательного трения за счет применения конусных или щебеночных свай-дрен, а также для актуализации актуализации нормативных документов.

## **8. Замечания**

1. Во второй главе, исследования работы свай выполнялось с использованием различных моделей грунта для глины и песка. Для глины модель Cam Clay и для моделирования песка модель Мора-Кулона. Автор не указывает почему он использует две различные модели грунта. С нашей точки зрения достаточно одной модели грунта как для связного, так и сыпучего. И наиболее простой, с точки зрения определения параметров модели, является модель Мора-Кулона. Тем более, что для интерфейсного элемента соискатель использует условие прочности Мора-Кулона.

2. В таблице 2.1 диссертационной работы для глинистого грунта отсутствует значение модуля упругости.

3. Исследования других авторов показывают, что коэффициент бокового давления имеет более сложную функциональную зависимость, чем  $K_0 = (1 - \sin\phi)$ . Этот параметр зависит также от давления предварительного уплотнения или иначе коэффициента переуплотнения OCR, что характерно для связных грунтов. В данном случае при моделировании начального напряженного состояния в глинистом грунте, как видно из таблицы 2.2.

Замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку рассматриваемой работы.

## **9. Заключение**

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Хегази Осама Мохаммед Махмуд на тему «Исследование развития сил отрицательного трения по боковой поверхности сваи, вызванных осадкой окружающего грунта», 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 соответствующей отрасли наук. 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, а ее автор Хегази Осама Мохаммед Махмуд заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения».

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Геотехника и дорожное строительство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный архитектурно-строительный университет», протокол №4 от 28 апреля 2023 года. На заседании присутствовало 7 человек, из них 4 кандидата технических наук. Результаты голосования: «за» – 7 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек.

*Заведующий кафедрой «Геотехника и дорожное строительство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный архитектурно-строительный университет архитектуры и строительства», доцент, кандидат технических наук по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»*

Глухов Вячеслав Сергеевич

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный архитектурно-строительный университет» («ПГУАС»)  
420028, г. Пенза, ул. Титова, 28  
<https://www.pguas.ru>  
Тел.: (8412) 49-72-77, (8412) 48-74-76  
E-mail: [office@pguas.ru](mailto:office@pguas.ru)

