

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора геолого-минералогических наук Шашкина Алексея Георгиевича на диссертационную работу Хегази Осама 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

Актуальность темы исследования определяется необходимостью строительства на ранее не освоенных территориях, с большой толщей слабых грунтов, претерпевающих уплотнение под нагрузкой, что провоцирует развитие так называемого отрицательного трения по боковой поверхности свай. Весьма знаменательно, что этой теме посвящено исследование специалиста из Египта, где в условиях роста населения приходится застраивать территории средней и северной частей дельты Нила, где мощность слабых грунтов превышает 15 м, при этом они характеризуются влажностью 60...90%.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, списка литературы и шести приложений.

Первая глава содержит обзор состояния вопроса. Следует отметить, что уже в первой главе автор диссертации демонстрирует свое умение излагать весьма обширный материал ёмко, т.е. кратко по объему текста и достаточно полно по содержанию. При этом автор весьма тактичен: не прибегая к критике ранее проведенных исследований, он отчетливо демонстрирует их противоречивость, тем самым иллюстрируя актуальность темы диссертации.

Во второй главе проведено значительное количество численных расчетов, нацеленных на выявление степени развития сил отрицательного трения по боковой поверхности сваи в зависимости от всевозможных факторов. Среди них - длина сваи и ее диаметр, форма продольного сечения (цилиндрическая или конусная), интенсивность нагрузки на поверхности

грунта, свойства грунта, модуль упругости материала сваи, степень консолидации оседающего грунта, соотношение модулей деформации грунта под нижним концом сваи и вдоль ее боковой поверхности, коэффициент трения между сваями и окружающим грунтом, вертикальная нагрузка на сваю и угол отклонения сваи от вертикали. При этом в качестве показателя эффекта отрицательного трения совершенно оправданно рассматривается глубина расположения нулевой точки, в которой пригружающие сваю силы трения сменяются противоположно направленными.

Представленное в диссертации исследование выполнено численным методом, с помощью программы ABAQUS. Слабый водонасыщенный глинистый грунт описывался модифицированной моделью Cam Clay (MCC), песчаные отложения - моделью Мора-Кулона, свая моделировалась как упругий материал. Взаимодействие между свайей и грунтом задавалось с помощью алгоритма "поверхность к поверхности", имеющемуся в программе ABAQUS.

Верификация численного исследования была осуществлена автором диссертации путем сравнения результатов расчета по принятой расчетной модели и результатов моделирования на центрифуге, которые были проведены LY. V. и др.

Весьма перспективной для снижения сил отрицательного трения по боковой поверхности сваи представляется рассмотренный автором диссертации вариант устройства конических свай, диаметр которых уменьшается по глубине.

Автором рассмотрено также влияние так называемых «щебеночных свай-дрен» на эффекты, связанные с отрицательным трением по боковой поверхности рабочих железобетонных свай.

В третьей главе представлены предлагаемые автором инженерные методы расчета глубины расположения нулевой точки, позволяющие определить несущую способность сваи с учетом отрицательного трения. Рассмотрены методика определения глубины нулевой точки с помощью

эмпирического решения, а также посредством регрессионного анализа и даже с использованием искусственных нейронных сетей.

Автор строит нейронную сеть с целью определения нормализованной глубины нулевой точки с использованием программы MATLAB для анализа численных результатов, которые были им получены и изложены в главе 2.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность исследования подтверждена верификацией на предмет соответствия результатов численных расчетов и опубликованных результатов эксперимента с использованием центрифуги.

По результатам исследования автор формулирует важные выводы, представляющие научный и практический интерес и обладающие новизной, среди которых особо хотелось бы отметить следующие:

- «нормированная глубина нулевой точки уменьшается с увеличением длины сваи, увеличением отношения длины сваи к ее диаметру, увеличением нагрузки на голову сваи и увеличивается с ростом интенсивности нагрузки на поверхности грунта, увеличением жесткости грунта под нижним концом сваи и коэффициента трения между стволом сваи и окружающим грунтом»;

- «отрицательное боковое трение в верхней части сваи уменьшается, а положительное трение в ее нижней части возрастает с увеличением угла наклона сваи»;

- «отрицательные силы трения по боковым поверхностям конусных свай уменьшаются по мере увеличением угла наклона их боковых граней».

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в установлении зависимостей интенсивности распределения сил отрицательного трения по боковой поверхности сваи от множества факторов, при этом рассмотрены не только вертикальные, но и наклонные сваи, а также сваи с уменьшающимся по глубине диаметром, что способствует снижению эффекта отрицательного трения.

Практическая значимость работы заключается в предоставлении проектировщикам расчетного инструмента, позволяющего оценивать эффект отрицательного трения, и, кроме того, результатов анализа влияния на эффект отрицательного трения различных конструктивных, геометрических факторов, а также механических характеристик свойств грунтов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения имеют надлежащее обоснование, выводы и рекомендации представляют несомненный научный и практический интерес.

Учитывая, что автор не является носителем русского языка, особо следует отметить, что работа написана на хорошем русском техническом языке, имеет незначительное количество орфографических ошибок и опечаток, которые оппонент не считает нужным указывать. Работа прекрасно проиллюстрирована рисунками и графиками.

Замечания

К представленным в работе материалам исследований имеются следующие замечания, которые излагаются здесь в порядке возрастания номеров страниц в тексте диссертации.

1. С.14: Приведенное на рис. 1.1 разрушение насыпи на висячих сваях в северном пригороде города Ухань, судя по приведенным данным, является, скорее, не следствием отрицательного трения, а результатом выпора грунта из-под насыпи. Этот процесс облегчается благодаря сложившемуся в дорожном строительстве обычаю применять «гибкий ростверк» из геотекстиля (т.е. сваи не объединены железобетонным ростверком), а также не армировать сваи (что отчетливо видно на фото).

2. С.35: «Интерфейс между свайей и грунтом моделировался с использованием алгоритма "поверхность к поверхности" в ПК ABAQUAS 2017. Принималось, что поверхности находятся в контакте, когда относительное смещение между ведущим узлом (свая) и подчиненным узлом (грунт) составляет менее 5,0 мм, при относительном смещении более 5,0 мм

произойдет сдвига между поверхностями грунта и сваи. Элементы сопряжения нулевой толщины располагались вдоль границы раздела свая-грунт. Трение между свайей и грунтом перед проскальзыванием моделировалось методом Мора-Кулона с коэффициентом трения μ , равным 0,32».

Как известно, недостатком всякого численного моделирования является неизбежная обусловленность результатов такого исследования допущениями, на которых построены расчетные модели, и исходными данными, принятыми в расчете. Вследствие этого исследование, основанное на численном моделировании, всегда должно подвергаться процедуре верификации с тем, чтобы за эффект исследования не был принят дефект моделирования.

Процедура верификации, выполненная автором, основана на сравнении результатов расчета и эксперимента ЛУ. V. и др. в центрифуге. Сравнения результатов расчета с результатами других исследований, в том числе, натурных, не проводилось, что ограничивает результаты диссертационного исследования условиями, подобными тем, для которых проводилась автором верификационная процедура.

3. С. 37: На рис. 2.2, где представлена схема эксперимента ЛУ. V. и др., рассмотрена свая длиной 16,8 м при мощности слоя слабого грунта 18 м, т.е. свая не достигает слоя подстилающих песков. Необходимо пояснить, насколько такой случай уместно рассматривать при исследовании отрицательного трения. Очевидно, что для сваи, оставшейся в слабом слое, эффекта отрицательного трения не возникает.

4. С.61: в п. 2.3 рассмотрены конусные сваи, весьма перспективные для минимизации отрицательного трения. Однако возникает вопрос, существует ли технология свайного фундаментостроения, которая позволяет изготавливать такие сваи в грунте или предполагается, что конусные сваи – только заводского изготовления? В последнем случае они имеют ограниченную длину. По опыту Санкт-Петербурга длина стыкованных свай

заводского изготовления ограничена 32 м (из расчета: (1) не более двух звеньев, поскольку при большем количестве звеньев в процессе погружения свая может потерять устойчивость; (2) каждое звено не может быть длиннее 16 м из условия транспортировки по городу).

5. С. 74. Раздел 2.4. «Щебеночные сваи применяются в строительстве для уплотнения слабых водонасыщенных глинистых грунтов с целью повышения их механических характеристик и ускорения процессов консолидации (свай-дрены), а в ряде случаев и собственно как сваи для передачи нагрузок от сооружения на грунтовое основание, что отражено в работах многих отечественных и зарубежных ученых и специалистов».

Как показали натурные исследования результатов изготовления «щебеночных свай» на Крестовском острове в Санкт-Петербурге, выполненные под руководством оппонента, в том случае, если такие сваи не изготавливаются в оболочке, происходит перемешивание щебня со слабым глинистым грунтом, в результате чего в теле «свай» содержание перемятой грунтовой пасты превышает 40%. В итоге именно глинистая паста определяет механические и фильтрационные свойства «свай», т.е. «щебеночная свая» оказывается неспособной воспринимать вертикальные нагрузки.

В численном эксперименте отмеченный механизм перемешивания щебня с грунтом, разумеется, не учитывался, расчеты выполнялись для идеализированной «щебеночной сваи» как дрены. В связи с этим выводы по результатам таких расчетов, как представляется оппоненту, недостаточно обоснованы.

Заключение

Несмотря на приведенные выше замечания, диссертационная работа **Хегази Осама Мохаммед Махмуд** является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему **«Исследование развития сил**

отрицательного трения по боковой поверхности свай, вызванных осадкой окружающего грунта» отвечает 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 Осам Мохаммед Махмуд** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.**

Официальный оппонент:

Доктор геолого-минералогических наук, генеральный директор Общества с ограниченной ответственностью «Институт строительного проектирования «Геореконструкция»

Шашкин Алексей Георгиевич

«17» мая 2023 г.

Адрес: 190008, Санкт-Петербург, Измайловский пр., д.4
E-mail: 9563513@gmail.com
Тел.: +79219563513

Подпись Шашкина А.Г. заверю.
Начальник отдела кадров ООО «ИСП «Геореконструкция»
Логачева