

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора геолого-минералогических наук  
Шашкина Алексея Георгиевича на диссертационную работу  
ТАРАСОВА Александра Александровича  
«Развитие методов расчета инъекционных свай в слабых глинистых  
грунтах для фундаментов реконструируемых зданий»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и  
фундаменты, подземные сооружения

Диссертационная работа А. А. Тарасова содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы и пять приложений. Общий объем работы 139 страниц, включая 49 рисунков и 14 таблиц, список литературы из 113 наименований.

**1. Актуальность темы.** Реконструкция зданий связана с изменением схемы передачи нагрузок на основание и, как правило, с увеличением нагрузок. При реконструкции требуется проверка достаточности размеров фундаментов и параметров основания для восприятия таких нагрузок. В случае, если работа основания не удовлетворяет расчетам по первой и/или второй группам предельных состояний, выполняется усиление основания и фундаментов. Одним из наиболее эффективных методов усиления является устройство буриноинъекционных свай. Однако работа и методы расчета таких свай в условиях слабых глинистых грунтов еще недостаточно изучены. Например, известно, что несущая способность буриноинъекционных свай по результатам испытаний оказывается выше рассчитанной по формулам и таблицам действующих норм. В связи с этим весьма актуальным представляется развитие методов расчета таких свай усиления, что позволит повысить надежность проектирования усиления фундаментов.

### **2. Научная новизна и основные результаты работы**

Автором проведены тщательные натурные исследования изготовленных на опытной площадке свай: определение усилий в процессе вдавливания инъекторов; испытания свай статической нагрузкой.

На основании обработки экспериментальных данных по погружению 12 инъекторов в слабый глинистый грунт на глубину до 6,5 м автор предлагает корреляционную зависимость (2.3) между усилием вдавливания и предельным сопротивлением грунта под нижним концом инъектора при его статическом нагружении. Автор отмечает (с.74 диссертации), что «в результате выполненных исследований было установлено, что расчётные данные усилия вдавливания  $N_{вд}$ , инъекторов, полученные с использованием формулы (2.3)

имеют хорошую сходимость с экспериментами. Отклонения расчётных данных от экспериментальных не превышают 12%».

Анализ данных экспериментальных исследований позволил автору уточнить значения коэффициента условий работы грунта по боковой поверхности инъекционной сваи, которые более адекватно отражают улучшение условий работы слабого глинистого грунта, обусловленное формированием волнообразной (неровной) поверхности ствола сваи и образованием цементно-грунтовой рубашки на границе «свая-грунт» при радиальном расширении скважины давлением бетонной смеси.

Автор предложил метод расчёта несущей способности инъекционных свай в слабых глинистых грунтах, базирующийся на использовании данных о сопротивлении грунта вдавливаю иньектора.

Анализ распределения составляющих несущей способности сваи по острию и по боковой поверхности выполнено автором путем численного моделирования в программном комплексе «Plaxis-3D» в упруго-пластической постановке, поскольку, как отмечает автор, определение этих слагаемых «путём проведения натуральных экспериментов, связано с большими трудностями (например, изготовление и устройство тензометрических свай, либо проведению других экспериментов)».

На основании сравнения результатов расчета с использованием корреляционных зависимостей и результатов экспериментов (с.95 табл.3.4 и с.96) автор утверждает, что «несущая способность инъекционных свай, полученная с использованием данных о сопротивлении грунта вдавливаю иньекторов, имеет хорошую сходимость с результатами натуральных исследований. Расхождения не превышают 15 %».

Автором обоснована возможность использования результатов статического зондирования грунтов для определения несущей способности инъекционных свай.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Диссертация представляет собой законченное исследование, методологически построенное по классической схеме: постановка задачи, диктуемая характерными инженерно-геологическими условиями; натуральный эксперимент, дающий значительный объем данных для последующего анализа; аппроксимация результатов натуральных экспериментов аналитическими выражениями, численное моделирование и построение прогноза несущей способности свай.

Достоверность результатов натуральных исследований сомнений не вызывает. Они демонстрируют высокий уровень подготовки автора для проведения сложных геотехнических экспериментов.

Диссертация посвящена инъекционным сваям, хотя рассматривается только одна разновидность свай этого типа – сваи, устраиваемые путем погружения в грунт инъектора с последующей опрессовкой и заполнением мелкозернистым раствором.

Как следует из текста диссертации, исследуется работа сваи в таких условиях, когда слабый глинистый грунт находится не только вдоль боковой поверхности сваи, но и под ее нижним концом, несмотря на наличие в основании подстилающего слоя с более благоприятными механическими свойствами (в условиях натурального эксперимента, приведенного в главе 2, это тугопластичный суглинок – слой 5 на рис.2.4).

При анализе процессов, происходящих в грунте при формировании инъекционной сваи, автор, с одной стороны, приводит результаты исследований З.Г. Тер-Мартirosяна, согласно которым для слабых глинистых грунтов сдвиговая часть деформаций мало зависит от консолидационных процессов и может достигать 70% от общей величины деформации. С другой стороны, анализ процессов в грунте вокруг сваи строится, исходя из представлений о развитии консолидации грунтов при формировании ствола сваи. Следует отметить, что процессы фильтрационной консолидации в течение короткого времени изготовления сваи (часы) развиваться не успевают, поэтому приведенная на рис. 1.3 упрощенная схема развития процессов в грунте не вполне соответствует реальной физике явления. Ниже, на с.77 в главе 3 автор сам говорит о преимущественном развитии зон пластических деформаций при формировании ствола сваи.

Как следует из проведенных автором исследований (с.68, табл. 2.4), расхождение в экспериментальных значениях усилия вдавливания инъектора и силы предельного сопротивления грунта варьирует от 23,4 до 50,8%. Такой разброс едва ли является убедительным подтверждением наличия корреляции между двумя этими величинами. В связи с этим дискуссионным представляется первое защищаемое положение. Утверждение о хорошей сходимости результатов прогноза и натурального эксперимента базируется на сравнении с теми же опытными данными, из которых выведена аппроксимирующая зависимость, что не вполне корректно.

Уточненные значения коэффициента условий работы грунта по боковой поверхности инъекционной сваи отражают эффект формирования неровной поверхности ствола и образования цементно-грунтового слоя вокруг нее. Это положение, отраженное во втором пункте научной новизны, имеет необходимое обоснование и не вызывает сомнений.

Третье положение научной новизны построено на основе сопоставления результатов натурального эксперимента и численного моделирования в программном комплексе «Plaxis-3D» в упруго-пластической постановке. При этом автор, к сожалению, не привел верификации выбранной модели и программы (например, на соответствие результатов мо-

делирования и лабораторных компрессионных и трехосных неконсолидированно-недренированных испытаний).

Как отмечает автор (с.93, табл. 3.3) отношение сопротивления грунта под нижним концом сваи к сопротивлению погружению инъектора варьирует от 0,73 до 1,08, то есть почти в 1,5 раза, что едва ли можно рассматривать в качестве удовлетворительной корреляции между этими двумя величинами.

Вывод автора о хорошей сходимости несущей способности инъекционных свай, полученной с использованием данных о сопротивлении грунта вдавливаю инъекторов, с результатами натуральных исследований представляется не вполне корректным, поскольку он опирается на те же данные натуральных наблюдений, что и выведенная на их основе корреляционная зависимость.

Автором убедительно продемонстрирована явная корреляция между предельным сопротивлением сваи в точке зондирования и несущей способностью по результатам эксперимента (см. табл. 3.5 на с.98): их отношение варьирует в интервале от 0,84 до 0,99. Из табл.3.6, приведенной на с.99, следует, что отношение несущей способности грунта под нижним концом инъекционной сваи по данным вдавливания анкером к величине, определенной по результатам статического зондирования, варьирует в пределах 0,90...0,99. Это является подтверждением возможности применения статического зондирования для прогноза несущей способности инъекционных свай в слабых глинистых грунтах, а, следовательно, и справедливости формулы (3.13), с коэффициентами условий работы грунта на боковой поверхности сваи, предложенными автором диссертации. В данном случае вывод автора диссертации о том, что несущая способность инъекционных свай, полученная с использованием результатов статического зондирования грунтов, имеет хорошую сходимость с результатами эксперимента, представляется вполне корректным.

**4. Практическая значимость диссертации.** Соискателем выявлен эффект улучшения условий работы слабого глинистого грунта по боковой поверхности сваи за счет формирования волнообразной поверхности ствола сваи, что позволило предложить экспериментально обоснованные коэффициенты условий работы сваи по боковой поверхности. Предложена методика расчета несущей способности сваи на основании использования данных о сопротивлении грунта вдавливаю инъектора и данных статического зондирования.

В целом результаты исследований, полученные автором, являются новыми, учитывающими особенности работы буринъекционных свай в слабых глинистых грунтах.

**5. Оценка содержания, качества оформления, языка и стиля изложения диссертации.** Работа изложена грамотным техническим языком, написана в хорошем лите-

ратурном стиле, терминология соответствует действующим ГОСТ. Текст диссертации хорошо проиллюстрирован рисунками, схемами, графиками. По теме диссертационной работы опубликовано 18 научных работ, включая 3 публикации – в изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, три патента РФ на полезную модель. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

#### **6. По диссертационной работе имеются следующие замечания:**

1. В диссертации рассматриваются инъекционные сваи, по боковой поверхности которых и под нижним концом находятся слабые глинистые грунты. Необходимо пояснить, чем обусловлена такая постановка исследования, при том, что в разрезе экспериментальной площадки на сравнительно небольших глубинах залегают грунты с более благоприятными механическими свойствами - тугопластичный суглинок (слой 5), при опирании свай на который можно было добиться существенного увеличения несущей способности свай и снижения осадки усиленного сваями фундамента.
2. Аппроксимирующие зависимости между усилием вдавливания и вертикальной составляющей силы предельного сопротивления грунта под нижним концом инъектора (2.3) и между сопротивлением грунта под нижним концом свай и сопротивлением погружению инъектора (3.7) построены на основании математической обработки данных натурных экспериментов. В связи с этим представляется не вполне корректной проверка этих зависимостей путем сравнения с данными того же натурального эксперимента. Для подтверждения первого и третьего положений научной новизны исследований автору следовало бы осуществить проверку зависимостей (2.3) и (3.7) с помощью результатов другого натурального эксперимента, которые не использовались при их создании.
3. Выбор модели и программы для численного моделирования без критического анализа и верификации применяемой модели и программного обеспечения приемлем, скорее, для пользователя программы, чем для исследователя.
4. Представляется, что аппроксимирующие зависимости типа (2.3) и (3.7) будут справедливы только в инженерно-геологических условиях, близких к эксперименту. Вопрос о том, насколько данный вывод справедлив за пределами инженерно-геологических условий натурального эксперимента, нуждается в уточнении.

#### **7. Заключение по диссертации**

Несмотря на изложенные выше замечания, можно утверждать, что диссертация ТАРАСОВА Александра Александровича на тему: «Развитие методов расчета инъекционных свай в слабых глинистых грунтах для фундаментов реконструируемых зданий» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-прикладная задача определения несущей способности инъекционных свай в слабых глини-

стых грунтах. Работа выполнена на актуальную тему, для ее достижения сформулированы задачи исследований и выбрана методология их решения. Полученные результаты отличаются научной новизной и практической ценностью, достоверностью и обоснованностью.

Диссертация ТАРАСОВА Александра Александровича на тему: «Развитие методов расчета инъекционных свай в слабых глинистых грунтах для фундаментов реконструируемых зданий» отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

**Официальный оппонент,  
доктор геолого-минералогических наук,  
доцент кафедры Оснований и фундаментов  
ФГБОУ ВПО «Петербургский  
государственный университет  
путей сообщения Императора  
Александра I»**

**Шашкин  
Алексей Георгиевич**

190031, г. Санкт-Петербург,  
Московский пр., д.9,  
e-mail: 9563513@gmail.com  
тел. +7 (812) 3149013, +79219563513

09 декабря 2015 г.

По  
удо  
На  
уни