

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

кандидата технических наук Шарафутдинова Рафаэля Фаритовича  
на диссертационную работу *Денисовой Ольги Олеговны*  
**«Влияние устройства глубинной диафрагмы, выполняемой методом струйной технологии, на напряженно-деформированное состояние ограждения котлована и грунтового основания»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения

**Актуальность темы исследования** связана с освоением подземного пространства исторических районов городов. Как правило, такие районы городов характеризуются наличием окружающей застройки, относящихся к исторической или являющимися памятниками федерального или регионального значения. Подобный тип окружающей застройки имеет жесткие требования к дополнительным деформациям основания, что повышает требования к жесткости конструкций ограждения котлована и их крепления. Актуальность проблемы повышается в условиях наличия в основании сильнодеформируемых грунтов, характерных условиям Санкт-Петербурга или, например, Калининграда. Одним из методов повышения жесткости удерживающих котлован конструкций является применение глубинных диафрагм (в уровне ниже фундаментной плиты), выполняемых по струйной технологии. С точки зрения статической работы, расчет и проектирование диафрагмы принципиально не отличается от «традиционных» распорных и удерживающих конструкций. Однако, с точки зрения технологии выполнения работ, в процессе устройства глубинной диафрагмы, как и в процессе любой скрытой геотехнической работы, будут возникать дополнительные изменения напряженно-деформированное состояние ограждения котлована и грунтового основания. В связи с этим, начальное НДС системы «диафрагма – ограждение котлована – грунтовый массив» на момент начала экскавации котлована будет отличаться систем с «традиционными» распорными конструкциями. Таким образом, тема диссертации вне всяких сомнений актуальна.

**Структура и содержание работы.** Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и одного приложения. Диссертация состоит из 177 страниц машинописного текста, содержит 83 рисунка и 22 таблицы. Список литературы включает 106 источников, в том числе 16 иностранных.

*Во введении* приведена общая характеристика работы в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

*В первой главе* приведены результаты литературного обзора по исследуемой проблеме.

*Во второй главе* приведены результаты экспериментальных исследований напряжено-деформированного состояния ограждения котлована и окружающего массива грунта при устройстве глубинной распорной диафрагмы. Экспериментальные исследования выполнялись в лабораторных и полевых условиях. Лабораторные исследования выполнялись с использованием лотка и позволили оценить качественное влияние устройства глубинной диафрагмы на НДС ограждения котлована и массива грунта. Полевые исследования позволили получить не только качественные, но и количественные эффекты. В условиях опытной площадки на объекте в Санкт-Петербурге установлены дополнительные усилия и перемещения «стены в грунте», перемещения и поровое давление в массиве грунта, деформации окружающей застройки. Выявлен эффект релаксации усилий в «стене в грунте» в процессе набора прочности глубиной диафрагмы.

*В третьей главе* приведены результаты численного моделирования устройства глубинной диафрагмы по струйной технологии и её влияние на изменение напряжено-деформированного состояния ограждения котлована и массива грунта. Моделирование влияния устройства диафрагмы выполнялось путем увеличения объема элемента диафрагмы. Установлено, что результаты моделирования хорошо совпадают с данными натурного эксперимента на

опытной площадке. Также приведены результаты численного исследования влияния различных факторов на деформации окружающей застройки; составлены соответствующие регрессионные уравнения.

*В четвертой главе* приведено аналитическое решение задачи по определению дополнительных деформаций массива грунта и сооружений окружающей застройки при устройстве распорной jet-диафрагмы. Аналитическое решение основано на классической задаче Мелана с дополнительным учетом жесткости ограждения котлована. Выполнено сравнение разработанной аналитической методики с данными численного моделирования и натурного эксперимента.

**Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций** обоснована использованием основных положений механики грунтов и теории упругости, апробированного геотехнического программного комплекса и аппарата математической статистики. Достоверность выводов и научных положений, сформулированных в диссертации, сомнений не вызывает.

**Теоретическая и практическая значимость работы** может быть сформулирована следующим образом:

1. Установлено качественное и количественное влияние устройства глубинной jet-диафрагмы до начала экскавации котлована на изменение НДС ограждения котлована, массива грунта и окружающей застройки. Данный эффект оказывает влияние на характер работы ограждения в ходе последующей разработки котлована.

2. Разработана методика численного моделирования технологического процесса устройства jet-диафрагмы на изменение НДС ограждения котлована, массива грунта и окружающей застройки.

3. Определены аналитическая и эмпирическая зависимости между конструктивными параметрами ограждения и jet-диафрагмы и дополнительными деформациями основания окружающей застройки.

4. Применение разработанных методик и зависимостей позволяет определять величины дополнительных деформаций основания окружающей застройки в процессе устройства Jet-диафрагмы; учитывать зоны образования максимальных усилий в ограждении при устройстве Jet-диафрагмы в процессе назначения конструктивных параметров ограждения котлована; назначать и корректировать шаг и диаметр точек закрепления грунта при устройстве Jet-диафрагмы.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций** может характеризоваться как высокая. Это подтверждается правильной постановкой целей и задач исследования, корректным применением математического аппарата для решения поставленных задач и соответствием расчетных схем реальной работе грунтового массива при разработке котлованов. Применение численных методов обосновано с точки зрения научного поиска и с точки зрения дальнейшей практической реализации полученных автором результатов. Выводы и научные положения, сформулированные автором, прямо вытекают из полученных им результатов.

К диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В диссертации не раскрыто для какой конкретно технологии струйной цементации выполнялись исследования: Jet-1, Jet-2 или Jet-3?

2. Следует подробнее раскрыть как использована теория подобия при выполнении лотковых исследований? Каким образом подбиралось геометрическое и силовое подобие при выполнении лабораторных исследований?

3. Следует более подробно пояснить каким образом измерялись горизонтальные перемещения ограждения котлована при лотковом эксперименте и как обеспечивалось его метрологическое обеспечение?

4. Из анализа результатов натурного эксперимента не понятно на сколько сопоставимы усилия в ограждении котлована и их знак в сравнении со статическими нагрузками и воздействиями (в %). Также не раскрыто на какую величину происходит релаксация напряжений при наборе прочности

грунтоцементной диафрагмы? Указанные в таблице 2.14 проценты приведены относительно максимальных или от статических воздействий?

5. Величина максимально замеренного порового давления 15,2 кПа при натурных исследованиях, по сути, соответствует дополнительным 1.5 м столба воды, что по сути находится в пределах сезонного колебания УГВ. Не достаточно раскрыто на сколько подобные незначительные величины порового давления могут вызывать столь значительные перемещения и усилия в ограждении котлована. Как замеренные значения соотносятся с данными моделирования?

6. В главе 3 не раскрыта использованная модель грунта. Учитывался ли временной расчет с рассеиванием избыточного порового давления и реологическими процессам?

7. Не указано для какой ширины ленты выполнялись численные исследования главы 3. Можно ли подобрать такую последовательность устройства работ, чтобы воздействие было минимальным?

8. В работе отсутствуют формализованные рекомендации по учету результатов исследований при реальном проектировании ограждения котлована с диафрагмой, выполняемой по технологии струйной цементации.

**Заключение.** Выявленные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертационная работа Денисовой Ольги Олеговны является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Влияние устройства глубинной диафрагмы, выполняемой методом струйной технологии, на напряженно-деформированное состояние ограждения котлована и грунтового основания» 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 Денисова Ольга Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

**Официальный оппонент:**

Кандидат технических наук, директор  
НИИОСП им. Н.М. Герсевича  
АО «НИЦ «Строительство»

  
**Шарафутдинов Рафаэль Фаритович**

«28» 12 2023 г.

Адрес: 109428, Москва, 2-я Институтская ул., д.6, стр. 12  
E-mail: sharafutdinov.rf@niiosp.ru  
Тел.: +7(499)170-5792

