

## ОТЗЫВ

официального оппонента чл.-корр. РААСН, доктора технических наук,  
профессора Мангушева Рашида Абдулловича  
на диссертационную работу Сабри Моханад Муаяд Сабри  
**«Усиление оснований и регулирование осадок зданий  
расширяемой полиуретановой смолой»**,  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических  
наук по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты,  
подземные сооружения»

На отзыв представлена диссертационная работа Сабри М.М. в объёме 164 страниц, включая введение, четыре главы, общие выводы, список использованной литературы из 208 наименований и трех приложений. Работа содержит 83 иллюстрации и 21 таблицу.

### 1. Оценка содержания диссертационной работы

**Во введении** обосновывается актуальность темы диссертационной работы, цели и задач исследования, научная новизна, практическая значимость и защищаемые положения.

**В первой главе** дается краткое описание основных причин деформации фундаментов мелкого заложения, развития осадки и потери несущей способности оснований и фундаментов существующих зданий и сооружений. Приводится сравнительный анализ основных инъекционных методов, используемых для усиления фундаментов и компенсации осадки фундаментов зданий и сооружений.

**Во второй главе** описаны полевые исследования по укреплению песчаного основания и подъему модели фундамента в виде железобетонных плит, уложенных на грунт. Одна из плит использовалась как контрольный

Получено "25" 11 2020г.  
Входящий № 5659  
АО ВНИИГ

участок, вертикальные деформации другой компенсировались в ходе испытаний.

До и после опытного укрепления грунта были проведены исследования характеристик грунтового основания. В испытаниях в грунт под моделью фундамента закачивалась полиуретановая двухкомпонентная расширяемая смола. Закачка происходила в режиме гидроразрыва грунта.

Соискатель определил изменение несущей способности основания, модуля деформации и динамического сопротивления песчаного основания, укрепленного расширяющейся смолой. Полевые исследования обосновали разработку способа расчета технологических параметров инъецирования расширяющейся смолы для укрепления основания. Автор изучил и определил геометрические параметры и формы распространения образовавшейся после закачки затвердевшей смолы в массиве грунтового основания. При этом, изучался объемный расход смолы, который необходим для укрепления песчаного основания и подъема фундамента в расчете на единичную величину подъема.

В третьей главе описаны проведенные лабораторные опыты для определения механических свойства расширившейся смолы как элемента композита смолы и грунта, воспринимающего нагрузку от фундамента. Выявлено соотношение между конечной плотностью и другими механическими свойствами расширяемой смолы. Методом трехосного сжатия проведены исследованного грунта основания до инъецирования его смолой. Результаты позволяют прогнозировать механические характеристики композита, состоящего из смолы и грунта, сформировавшегося после инъецирования смолы в массив грунта.

В четвертой главе приведены результаты численного моделирования грунта, укрепленного расширяемой смолой, характеристики которого могут

быть использованы для расчета оснований. Результаты численного расчета сравнены с результатами натурных штамповых испытаний. Показано, что численные расчеты дают удовлетворительное совпадение с результатами полевых испытаний.

**Выводы по диссертации**, сформулированные автором, достаточно полно отражают основные результаты выполненной работы.

Диссертация содержит все необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов. Результаты исследований отражены в печатных научных изданиях, в том числе в рекомендованных ВАК РФ, и в изданиях, индексированных в базе Scopus.

**1. Оценивая актуальность выбранной темы диссертационного исследования**, следует отметить, что автор из многих задач укрепления грунтовых оснований фундаментов мелкого заложения, получивших осадки выше предельно допустимых, выбрал одно из перспективных направлений, связанное с инъектированием расширяемой полиуретановой смолы.

В этой связи, задачи, поставленные автором в настоящем диссертационном исследовании, являются **актуальными**.

**2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций** данной работы базируется на основных положениях и моделях механики грунтов, теории расширяющейся полости и механики деформируемого тела; обеспечивается достаточным объемом данных полевых исследований и лабораторных экспериментов, а также основываются на систематизации мирового опыта усиления оснований и подъема фундаментов. Проведенные численные расчеты подтверждаются удовлетворительным совпадением расчетов с результатами полевых испытаний.

**3. Личный вклад автора** заключается в выборе направления исследований, постановке задачи, выборе объектов и методов исследования. Разработаны основные положения, определяющие научную новизну и практическую значимость работы, получены и проанализированы результаты полевых испытаний и лабораторных экспериментов по определению несущей способности, модуля деформации и динамического сопротивления усиленного смолой грунтового основания и выравнивания опытного фундамента до заданного уровня с фиксированием объёмный расход смолы для каждого процесса в отдельности. Выполнены лабораторные испытания грунта и смолы в отдельности, установленные их параметры для моделирования основания и дальнейшего его. Выявлено соотношение между плотностью и механическими свойствами расширяемой смолы. Полученные соотношения позволяющего прогнозировать свойств смолы в рабочем диапазоне плотности и степени расширения смолы, сформированной после ее инъектирования в грунтовый массив.

**4. Достоверность** полученных автором результатов подтверждается использованием общепринятых методов измерения и их статистической обработки, соблюдением основных принципов математического и физического моделирования, адекватностью расчетных и экспериментальных данных, а также использованием сертифицированного оборудования и приборов.

**Научная новизна**, сформулированная в работе, достаточно высокая, и не вызывает сомнения. Она заключается в:

1. экспериментальном подтверждении эффективности и научно обоснованности технологии инъектирования грунтов расширяемой смолой в режиме «гидроразрывов», ранее применявшейся без возможности расчетного

обоснования, для компенсации осадок зданий и быстрого выравнивания деформации оснований;

2. экспериментальном определении степени изменения несущей способности, модуля деформации и динамического сопротивления песчаного основания, инъецируемого расширяемой смолой, что позволило создать расчетное обоснование технологии инъецирования грунтов этим материалом для усиления грунтовых оснований;

3. определении геометрических параметров, форм распространения и плотности смолы, сформированной в массиве песчаного основания после инъецирования и набора прочности, что может служить основой для расчета улучшенного искусственного основания.

4. выявлении соотношения между плотностью и механическими свойствами расширяемой смолы в соответствии со степенью ее объемного расширения в массиве укрепленных грунтов оснований;

5. оценке несущей способности и осадок оснований на основе проведенного автором экспериментального и теоретического обоснования характеристик несвязных грунтов, усиленных полиуретановой смолой.

**Значимость результатов** диссертационной работы для науки и практики.

**Практическая ценность** работы - высокая. Результаты диссертационной работы могут быть использованы проектными и строительными организациями. Её конечным результатом является предложенные автором значения характеристик, улучшенного грунта методом инъециции расширяемой смолой для оценки несущей способности и осадок оснований. Результаты диссертационной работы были использованы при проектировании компенсационных мероприятий по подъему

фундаментов и закреплению грунтов оснований на различных объектах ООО «ПИ Геореконструкция», Санкт-Петербург, что подтверждается актом о внедрении.

**Научная значимость работы** – высокая. Она основывается на новом экспериментальном и теоретическом обосновании характеристик несвязных грунтов, усиленных полиуретановой смолой для оценки несущей способности и осадок оснований. Выявлены изменения несущей способности, модуля деформации и динамического сопротивления оснований после инъектирования их расширяемой смолой, что позволило обосновать этот способ усиления несвязных грунтов оснований. Экспериментально подтверждено и научно обоснована эффективность инъектирования грунтов расширяемой смолой для быстрого компенсирования и регулирования осадок зданий и сооружений. Определены геометрические параметры, формы распространения и плотность смолы, сформированной в условиях несвязных грунтов оснований после инъектирования и набора прочности. Выявлено соотношение между плотностью и механическими свойствами расширяемой смолы в диапазоне плотности и степени расширения смолы, сформированной после ее инъектирования в грунтовом массиве.

**7. Публикации, отражающие содержание диссертационной работы.** Основное содержание диссертации представлено в научной печати. Автором опубликованы 5 работ, из которых 4 работы опубликованы в источниках по перечню ВАК и Scopus.

**8. Автореферат** и научные публикации с результатами исследования в полной мере отражает основные содержание диссертационной работы.

**9. Замечания и вопросы по диссертационной работе:**

1. Рассмотренный во второй главе полевой эксперимент предполагает поднятие плиты, на которую действует давление 0,012 (МРА) за счет инъекции в грунт вспениваемой смолы. Однако никаких данных наблюдений за вертикальными деформациями подъема автор не приводит. Дополнительно отметим, что приложенное к опытной плите давление 0,12 кг/см<sup>2</sup> в 10 до 20 раз меньше давления по подошве фундаментов реальных зданий и сооружений.

2. В разделе 2.7 диссертации указывается, что модуль деформации закрепленного песка на 4 глубинах 0,4 и 1,1 м увеличиваются, соответственно, на 55 и 203 %. Непонятен и не объяснен физический смысл отмеченного эффекта закрепления.

3. В работе, даже вкратце, не раскрывается состав двухкомпонентной среды, не оговаривается ее токсичность по отношению к грунтовой среде и ее взаимодействие с грунтовыми водами.

4. В диссертации рассматриваются пески от рыхлых до средней плотности. У этих песков высокий коэффициент фильтрации и нет необходимости создавать высокое давление нагнетания (100 бар) – по сути дела, давление гидроразрыва. Эффект гидроразрыва возникает при повышении давления, которое создается в каналах, по которым распространяется раствор, за счет кальматации. Однако из работы неясно, каким образом достигается эффект кальматации и происходит гидроразрыв. Неясно, как контролируется зона инъекционного закрепления, т. к. расход раствора может быть значительным.

5. В разделе 3.3 диссертации построены графики НДС для каждого из значений объемного расширения от 3 до 15. Следовало бы привести сводный график максимальных напряжений от коэффициента объемного расширения и дать его анализ.

6. Приведенные расчетные схемы на рис. 4.8 и 4.11 мало информативны. В разделе 4.5 диссертации следовало бы привести граничные условия расчетной области и параметры приложения нагрузок. Это же относится к рис. 4.13, 4.15, 4.17, 4.19 для деформационных схем моделирования штамповых испытаний.

7. В работе предложен способ расчета несущей способности и оценки осадок на основе моделирования характеристик грунтов штамповыми и трехосными испытаниями. На наш взгляд, в диссертации следовало бы говорить о разработанных предпосылках для разработки методики расчетов несущей способности и осадок.

8. Из мелких замечаний:

- не корректный термин в разделе «Актуальность» - «нерасчетные осадки», в данном случае речь идет об осадках, выше предельно допустимых;
- литература в диссертации приведена не ГОСТ;
- в п. 70 Литературы допущена ошибка в фамилии автора, следует читать «Ермолаев В.А.»

## 10. Заключение

Несмотря на указанные замечания, в целом, диссертационная работа оставляет положительное впечатление о ее научном и практическом содержании.

Диссертационная работа Сабри М.М. является самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. В ней содержатся новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки для усиления оснований и



регулирования осадок фундаментов мелкого заложения путем инъектирования грунтов расширяемой полиуретановой смолой. Данные разработки имеют существенное значение для строительства.

Работа соответствует паспорту специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения», а именно: п 1. «Разработка научных основ и практических методов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, основанных на математических моделях грунтовой среды и горных пород и обеспечивающих методы расчета оснований и фундаментов и подземных сооружений исходной информацией о физико-механических характеристиках грунтовой среды и горных пород»; п 7. «Разработка новых методов расчета, конструирования и устройства оснований, фундаментов и подземных сооружений при реконструкции, усилении и ликвидации аварийных ситуаций» и п 11. «Создание новых инженерных методов преобразования грунтов для повышения несущей способности оснований зданий и сооружений (уплотнением, закреплением, армированием, замораживанием и др.)».

Считаю, что представленная диссертационная работа соответствует критериям, установленным в пункте 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Сабри Моханад Муаяд Сабри заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Официальный оппонент:

доктор технических наук (специальность 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения»), профессор ФГБОУ ВО «Санкт-

Петербургский государственный архитектурно строительный университет»  
(СПбГАСУ), заведующий кафедрой «Геотехника».

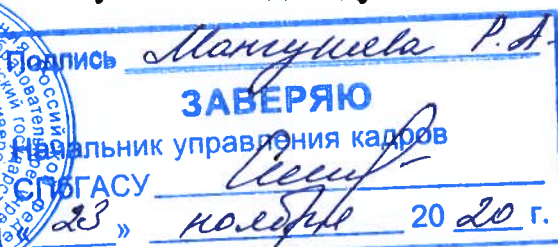


Мангушев Рашид Абдуллович

Сведения об официальном оппоненте:

Мангушев Рашид Абдуллович

Ученая степень: доктор технических наук



диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему «Исследование деформаций оснований стальных вертикальных цилиндрических резервуаров (в условиях слабых грунтов)» защищена в 1980 году по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения», диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук на тему «Принципы формирования застройки с учетом разнотипности зданий и напластования грунтов, определяющих выбор фундаментов» защищена в 1993 году по специальности 05.23.02 – «Основания и фундаменты, подземные сооружения», 05.23.08 «технология и организация строительства».

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Должность: заведующий кафедрой геотехники.

Адрес: 190005, город Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская улица, 4

Телефон: 8- 812- 316 03 41

E-mail: [ramangushev@yandex.ru](mailto:ramangushev@yandex.ru)