

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук Пензева Антона Петровича на
тему: «Влияние геологических факторов на эффективность упрочнения
песчаных грунтов растворами алифатических эпоксидных смол»
по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и
грунтоведение

Актуальность избранной темы обусловлена развитием технологий инъекционного закрепления грунтов, поиском новых, более эффективных и долговечных рецептур, применяемых для закрепления грунтов с низкими коэффициентами фильтрации. Многообразие современных рецептур, как подчеркивает сам автор, не позволяет добиться положительного результата при обработке мелкозернистых и пылеватых песчаных грунтов, поэтому изучение новых инъекционных вяжущих для закрепления дисперсных отложений безусловно актуально.

Цель работы – изучение влияния состава и свойств песчаных грунтов на эффективность их закрепления при обработке современными химическими вяжущими на основе модифицированного раствора алифатической эпоксидной смолы. Основные задачи, указанные автором, подчеркивают комплексность научного исследования и всецело отвечают поставленной цели. При этом, кажется важным подчеркнуть стремление диссертанта не ограничиваться лабораторными экспериментами, а провести полноценные полевые работы по инъекционной обработке грунтов. С точки зрения научной методологии цель и задачи исследования сформулированы корректно.

В качестве объектов исследования автор прибегает к использованию как природных, так и модельных песчаных грунтов. К сожалению, автор ограничил свои исследования, используя только мелкодисперсные песчаные грунты, исключив крупнозернистые и гравелистые, так как это расширило бы диапазон применения исследуемой рецептуры и позволило провести более качественное сравнение с уже существующими аналогами.

Предметом научной работы является выявление закономерностей влияния геологических факторов на эффективность упрочнения песчаных грунтов растворами алифатических эпоксидных смол. Работы, проведенные автором, не ограничились изучением традиционных характеристик исследований инъекционных рецептур – проницаемости и коэффициента фильтрации. И это является приоритетным фактором работы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в:

- изучении влияния гранулометрического, минерального, химического состава песчаных грунтов, а также состава водорастворимых солей, на эффективность использования разработанной оригинальной рецептуры;

- разработке нового состава вяжущего для закрепления песков с низким коэффициентом фильтрации ($K_f < 2-5$ м/сут) на основе коллоидного кремнезема и алифатической эпоксидной смолы, создании стендовой установки для проведения инъекционных работ в лабораторных условиях, а также создании методики проведения инъекционных испытаний методом пропитки для воздушно-сухих и водонасыщенных песчаных грунтов.

Научная новизна работы не вызывает сомнений.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в апробировании инъекционного состава, выявлении положительного влияния неорганических поверхностных пленок на эффективность их закрепления, выявлении закономерностей влияния минерального состава песчаных грунтов на их прочностные свойства после инъекционной обработки.

Безусловной заслугой автора является то, что он для проведения исследований разработал комплексную методику оценки эффективности применения вяжущих в лабораторных и полевых условиях и затем создал (сконструировал) специальную установку для физического моделирования инъекционного процесса. Эти работы подтверждают практическую значимость возможности применения предлагаемой технологии.

Личный вклад автора не вызывает сомнений и подчеркивается большим объемом накопленного материала исследований.

Рецензируемая работа общим объемом 185 страниц состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и 4 приложений. Содержит 117 графических иллюстраций и 20 таблиц, отражающих зависимости распределения прочности в модифицированных песчаных грунтах, закономерности влияния геологических факторов на качество закрепления, а также анализ эффективного радиуса инъекционной обработки для каждого из типов грунтов. Библиографический список состоит из 174 источников. Объем рукописи составляет 185 страниц.

В первой главе автором рассматриваются современные представления о химическом инъекционном закреплении песчаных грунтов, наиболее распространенные составы для обработки грунтов с низкой проницаемостью. Как указывает автор, основным вяжущим, используемым в настоящее время, является цемент, поэтому вопросы разработки и применения других химических инъекционных вяжущих представляют значительный интерес в части расширения как ассортимента вяжущих, так и новых технологических решений и их последующих применений. Анализ существующих инъекционных рецептур позволил автору разработать собственный инъекционный состав для инъекционной обработки песчаных грунтов, что является особым преимуществом данной работы.

Во второй главе автором приводится характеристика объектов исследования. Диссертантом подчеркивается использование как природных, так и модельных песчаных грунтов для изучения влияния гранулометрического, минерального и химического состава песчаных отложений. Данный фактический материал является основой для изучения влияния геологических факторов на эффективность инъекционной обработки методом пропитки.

Третья глава посвящена методике проведения экспериментальных исследований. В работе описан полный комплекс испытаний в лабораторных

и полевых условиях. Автор проводил эксперименты по инъекционному закреплению грунтов методом пропитки в лабораторных условиях с использованием инъекционных колонн, а также с помощью разработанного им же стенда для физического моделирования процесса инъекции. Отдельным преимуществом диссертационного исследования является проведение опытных полевых работ по инъекционному закреплению песчаных грунтов

В четвёртой главе детально рассмотрены компоненты гелеобразующей системы и основные свойства вяжущего на основе алифатической эпоксидной смолы. Полученные данные о свойствах рабочего раствора послужили основой для проведения серии лабораторных экспериментов.

Пятая глава посвящена изучению влияния основных геологических факторов на эффективность и качество инъекционного закрепления песчаных грунтов методом пропитки. Отдельно рассмотрено влияние гранулометрического и минерального состава, плотности сложения грунтов, состава водорастворимых солей, а также наличия искусственных и природных аутигенных образований. Полученный объем данных послужил основой для оценки эффективности инъекционного раствора, обширный материал лабораторных исследований доказывает обоснованность защищаемых положений.

В шестой главе диссертантом рассмотрены результаты полевых инъекционных работ на двух опытных площадках (объект ООО «Еврохим Усольский калийный комбинат» и на участке Мещерского полигона МГУ имени М.В. Ломоносова). Для проведения натурных экспериментов автором использовалось стандартное инъекционное оборудование, при этом параметры проведения экспериментов соответствовали лабораторным данным. Автором отмечается требуемая степень сходимости результатов полевых и лабораторных инъекционных работ. Данный подход позволил провести более качественную оценку эффективности инъекционного состава в реальных инженерно-геологических условиях, вместе с тем, объем фактического материала не содержит анализа изменения прочностных свойств

модифицированных песчаных грунтов в течение длительных промежутков времени.

В седьмой главе автор приводит результаты экспериментальных исследований по физическому моделированию инъекционного процесса методом пропитки в лабораторных условиях. Проведенные эксперименты показали высокую эффективность использования данного раствора для закрепления песчаных грунтов методом пропитки как в воздушно-сухом, так и водонасыщенном состоянии. Заслуживают внимание полученные результаты исследований по прочности при сжатии и морозостойкости.

Несомненным достоинством представленной к защите работы является непосредственное участие автора не только в анализе данных и подготовке работы, но и проведении полного комплекса лабораторных и полевых исследований, а также участие в работах по промышленному внедрению авторской рецептуры в полевых условиях. Выполнен большой объем работ, позволяющих обоснованно рекомендовать разработанный метод в практику строительства.

Выводы диссертации соответствуют ее содержанию и отражают основные результаты проведенных исследований.

Автореферат диссертации содержит основные выводы исследований автора, а также необходимые сведения. Он аккуратно оформлен и достаточно иллюстрирован.

Достоверность и обоснованность данных полученных результатов подтверждается большим объемом лабораторных исследований автора, выполненных на современном уровне. Результаты выполненных диссертантом исследований имеют несомненное научное и практическое значение, они могут быть рекомендованы к применению для совершенствования методов инъекционной обработки песчаных грунтов.

Основные результаты диссертационной работы были представлены автором на Российских и международных конференциях и опубликованы в 3 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в

диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.7., а также в 3 статьях в сборниках, автором также получены два патента на изобретение и полезную модель.

Вместе с тем, к работе имеются следующие замечания:

- в разделе «Степень разработанности темы исследования» следовало бы отметить работы СОЮЗДОРНИИ в области технической мелиорации грунтов Луканиной Т.М., Кочетковой Р.Г., применительно к укреплению оснований дорожных одежд;

- отсутствует сравнительный анализ по эффективности предлагаемого раствора для инъектирования отложений с предлагаемыми технологиями инъектирования;

- непонятно, каким образом учитывается влажность грунта при приготовлении раствора для последующего инъектирования;

- какие условия ограничивают использование предлагаемой автором технологии для инъектирования отложений;

- почему при модельных испытаниях при изучении влияния поверхностных пленок на процесс инъектирования песков использовались только среднезернистые пески;

- в заключении отсутствует рекомендуемый состав кремнеземисто-эпоксидного вяжущего;

- какие конкретно инженерно- геологические характеристики требуется знать при закреплении тех или иных дисперсных отложений (генезис, проницаемость, температуру и т.д.);

- как понимать указанный диапазон рабочих температур от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Автору следовало более подробно описать вопрос обработки мерзлых грунтов;

- нельзя согласиться с гарантированным сроком службы устроенной конструкции – 3 года, поскольку для оснований и фундаментов это не является приемлемым сроком службы;

- следовало бы унифицировать название инъекционного раствора. По тексту не понятно, что же модифицируется кремнезем или эпоксидная смола, поскольку по тексту диссертации и автореферата используются различные определения составляющих раствора, к примеру: «модифицированная алифатическая эпоксидная смола» или словосочетание «кремнеземисто-эпоксидное вяжущее».

Кроме отмеченных замечаний следует указать, что проведенные исследования не предусматривали создание горизонтальных противофильтрационных слоев, что расширило бы область применения предлагаемой технологии, а также как в предлагаемой технологии учитываются требования экологической безопасности.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют научной и практической значимости диссертационного исследования и не влияют на общее положительное впечатление от работы. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Представленная диссертация является законченным научно-квалифицированным исследованием, в котором автором, на основании длительных исследований решена научная проблема, имеющая важное прикладное значение. Считаю, что соискатель Пензев Антон Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-

минералогических наук по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Аэропорты,
инженерная геология и геотехника»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)»

Добров Эдуард Михайлович

«21» ноября 2025 г.

Контактные данные:

Тел.: _____, e-mail: _____ 1

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

05.23.11 Строительство автомобильных дорог и аэродромов

Адрес места работы:

125319, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет (МАДИ)»,

Тел.: 8(499)155-03-44; e-mail: dobrov@egg.madi.ru

Должность, ученую степень, ученое звание и подпись

Доброва Эдуарда Михайловича заверяю:

Ученый секретарь

ученого совета ФГБОУ ВО «Московский
автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)»

Алексеева Марина Юрьевна

«21» 11 2025 г.