

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**  
Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031  
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21  
E-mail: [dou@pgups.ru](mailto:dou@pgups.ru), <http://www.pgups.ru>  
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,  
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый проректор-проректор  
по научной работе  
докт. техн. наук, проф.



Титова Т.С.

2022 г.

## **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения

**Императора Александра I»**

на диссертационную работу Дмитриева Андрея Викторовича по теме:  
«Свободные колебания и динамическая устойчивость тонкостенных  
магистральных трубопроводов большого диаметра при подземной прокладке»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.1.9. Строительная механика.

### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время и в ближайшие десятилетия в нашей стране будет создаваться и расширяться сеть трубопроводов различного типа исполнений, в том числе подземных, для транспортировки нефти и газа в основном в Азиатские страны дальнего зарубежья. Естественно, геолого-климатические условия в процессе строительства и эксплуатации трубопроводов будут многопараметрическими и экстремальными. Большие объемы транзита и экономические ограничения обуславливают необходимость использования в строительстве современных тонкостенных труб большого диаметра. Следовательно, при их расчете необходимо использовать такие модели, которые наиболее полно отражают реальную работу конструкции в условиях динамических воздействий и вибраций. Применение расчетной схемы в виде цилиндрической оболочки позволяет наиболее полно описать работу тонкостенного трубопровода, учесть деформацию поперечного сечения, влияние внутреннего рабочего давления, внешнего давления грунта на стенку трубопровода, а также упругий отпор грунта на динамические характеристики и устойчивость. В связи с этим представленная диссертационная работа,

направленная на совершенствование динамического расчета подземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра является актуальной.

## **Структура и содержание диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, включающего в себя 111 наименований. Общий объем диссертации составляет 126 страниц машинописного текста. Работа содержит 27 рисунков, 22 таблицы, 1 приложение.

Во введении описывается актуальность темы диссертации и постановка задач исследования.

В первой главе производится обзор и анализ отечественных и зарубежных работ, посвященных вопросам колебаний, статической и динамической устойчивости магистральных трубопроводов, на основании стержневой теории, и теории цилиндрических оболочек.

Во второй главе решается задача, с учетом взаимодействия трубопровода с грунтом, исследовано влияние упругого отпора грунта, присоединённой массы грунта, глубины заложения, а также сил сопротивления среды на частоты свободных колебаний и статической устойчивости подземных прямолинейных магистральных газопроводов с позиции теории тонких цилиндрических оболочек.

В третьей главе, на основании методики приведенной во второй главе, исследован вопрос колебаний и статической устойчивости подземного прямолинейного нефтепровода.

В четвертой главе исследован вопрос параметрических колебаний подземных газо- и нефтепроводов при помощи системы дифференциальных уравнений Матье. Определены области динамической неустойчивости, при помощи модифицированных диаграмм Айнса – Стретта.

В заключении приводятся основные результаты диссертационной работы.

Выполненный анализ структуры диссертации и содержания по главам позволяет утверждать, что исследование в научной и методологической составляющих является цельной завершенной работой. Диссертационная работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями. Содержание и структура диссертации соответствует поставленной цели и критерию внутреннего единства. Выдвигаемые соискателем теоретические и методологические положения, а также сформированные выводы и предложения, как результаты исследования, являются обоснованными, новыми и значимыми для науки и практики. Содержание автореферата соответствует требованиям ВАК РФ и отражает результаты выполненных исследований, раскрывает основные идеи и выводы, сформулированные в диссертации.

## **Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов**

Сформулированные соискателем практические рекомендации могут быть использованы как при проектировании подземных тонкостенных магистральных трубопроводов большого диаметра, при проведении их технической экспертизы, а так же для апробации программного обеспечения.

### **Научная новизна**

Анализ материала, изложенного в диссертации Дмитриева Андрея Викторовича позволяет констатировать, что в ней содержатся следующие новые научные разработки:

- Для расчётной схемы в виде замкнутой цилиндрической оболочки, решена задача, описывающая взаимодействие трубопровода с грунтом по всему контуру соприкосновения;
- Получены аналитические выражения для определения частот и форм свободных колебаний подземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра с учётом *одновременного действия* стационарного внутреннего рабочего давления, продольной сжимающей силы, внешнего давления грунта, упругого отпора грунта, присоединённой массы грунта, скорости потока протекающей жидкости (для нефтепровода), а также демпфера;
- Выведены расчетные формулы для определения параметра критической продольной сжимающей силы; критического давления грунта на стенку для подземных тонкостенных нефте- и газопроводов большого диаметра, приводящей к потере устойчивости с учётом перечисленных выше факторов;
- Определен критерий применимости теории оболочек для расчета наименьших частот свободных колебаний подземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра;
- Решена задача параметрических колебаний и динамической устойчивости подземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра, подверженных нестационарным воздействиям внутреннего рабочего давления, продольной сжимающей силы и скорости потока протекающей жидкости (для нефтепровода) с учётом сил сопротивления среды.

### **Теоретическая значимость**

. Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что предложенные в диссертации решения, направлены на совершенствование динамического расчета подземных трубопроводов с позиции теории тонких цилиндрических оболочек, позволяют уточнить результаты, полученные по стержневой теории.

## **Практическая значимость**

Практическая значимость результатов диссертационного исследования определяется возможностью применения методики отстройки по частотным характеристикам с целью исключения резонансных явлений, а также динамического расчёта для магистральных трубопроводов большого диаметра при подземной прокладке, как вновь строящихся, так и реконструируемых.

## **Апробация работы**

Диссертационная работа прошла достойную апробацию. По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ, из них 7 статей в изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки России по специальностям, связанным со строительной механикой, и 2 статьи в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных Scopus.

Положения диссертационной работы доложены на 4-ех национальных и международных конференциях.

## **Основные замечания по диссертации и автореферату**

1. Представление решения в виде двойного тригонометрического ряда (10) предполагает шарнирное опирание концов оболочки. При этом не ясно, что является неподвижными опорами для протяжённого объекта на упругом основании, чему при решении конкретной задачи принимается равной длина  $L$ , как поменяется решение для других граничных условий.
2. Не указано, как получается конечное значение корней характеристического уравнения конечного порядка из определителя матрицы (13) бесконечного порядка. Если применен метод редукции, то из текста не понятно, во-первых, сколько частных решений использовалось, т.е. сколько гармоник ряда участвует в решении, во-вторых, почему именно столько и нет никакой оценки достаточности получаемого приближённого решения.
3. Стр. 13, 6-я строка сверху: «также» в данном случае союз, пишется слитно.
4. Учет демпфирования выполнен в работе формально, вне связи с реальным затуханием конструкции, взаимодействующей с грунтовой толщей. Фактически затухание обусловлено гистерезисом в грунте и геометрическим демпфированием, т.е. излучением энергии колебаний в среду, которая уносится упругими волнами. Гистерезис в грунте определяет демпфирование в 5-10% от критического значения и может оценен испытаниями на стабилометре. Отток энергии упругими волнами пропорционален акустической жесткости грунта и может заметно превышать гистерезисные потери. При этом геометрическое демпфирование является вязким и частотно- зависимым, а гистерезисное –

частотно-независимым. Указанная проблема должна быть учтена соискателем в дальнейшей работе.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Согласно сформулированной цели научной работы, её научной новизне, установленной практической значимости диссертация Дмитриева Андрея Викторовича на тему «Свободные колебания и динамическая устойчивость тонкостенных магистральных трубопроводов большого диаметра при подземной прокладке» соответствует паспорту специальности 2.1.9 – Строительная механика, в части: п.1 – «Общие принципы расчета зданий, сооружений и их элементов на всех этапах жизненного цикла»; п.2 – «Линейная и нелинейная механика конструкций, зданий и сооружений, разработка физико-математических моделей их расчета»; п.3 – «Аналитические методы расчета зданий, сооружений и их элементов на прочность, жесткость, устойчивость при статических, динамических, температурных нагрузках и других воздействиях».

### **Общее заключение**

Диссертация Дмитриева А.В. на тему «Свободные колебания и динамическая устойчивость тонкостенных магистральных трубопроводов большого диаметра при подземной прокладке» написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Основные научные результаты диссертации в достаточном количестве опубликованы в российских и международных рецензируемых научных изданиях.

Соискатель корректно ссылается на авторов и источники заимствования материалов. Результаты научных работ, выполненных автором, соответствующим образом отмечены в диссертации.

Таким образом, диссертация Дмитриева Андрея Викторовича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует критериям пп. 9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика (технические науки).

Отзыв обсужден и принят на расширенном заседании кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». Результаты голосования: «за» – 18 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 4 от 15.12.2022 г.

Заведующий кафедрой  
«Механика и прочность материалов и  
конструкций» ФГБОУ ВО ПГУПС,  
канд. техн. наук, доцент



Видюшенков

Сергей Александрович

Профессор кафедры  
«Механика и прочность материалов и  
конструкций» ФГБОУ ВО ПГУПС,  
докт. техн. наук, доцент

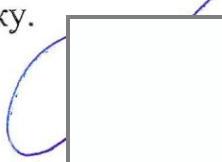


Смирнов

Владимир Игоревич

Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации на диссертацию:  
Титова Тамила Семеновна – профессор, доктор технических наук (по специальности 25.00.36 «Геоэкология»), первый проректор – проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».

Я, Титова Тамила Семеновна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Титова Тамила Семеновна