

О Т З Ы В

официального оппонента

кандидата технических наук Смирновой Любови Николаевны

на диссертацию

Дмитриева Андрея Викторовича

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ТОНКОСТЕННЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ

**Специальность 2.1.9. Строительная механика,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Актуальность темы диссертации не вызывает вопросов.

Транспортировка нефти и газа является одной из базовых задач российской промышленности. Исследования диссертанта направлены на совершенствование трубопроводной системы транспортировки газа и нефти. Это и определяет актуальность работы.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Степень достоверности полученных результатов определяется корректным применением современного аппарата строительной механики и программных комплексов. Результаты выполненных расчетов согласуются с данными других исследователей, занимавшихся оценкой динамического поведения подземных трубопроводов. Автор провел тщательное сопоставление полученных результатов с известными решениями, которые являются частным случаем результатов диссертанта.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Новизна выполненных исследований состоит, по мнению оппонента, в построении и аналитическом решении уравнений колебаний цилиндрической

оболочки в упругой среде. На основе построенного решения диссертант получил новые результаты о влиянии внешней среды на колебания оболочек. В частности, в работе получены области динамической неустойчивости оболочки в упругой среде.

Практическая значимость работы

Предложение автора представляют интерес при проектировании магистральных трубопроводов большого диаметра. На основе выполненных исследований можно установить области резонансных колебаний и динамической неустойчивости трубопровода.

Теоретическая значимость работы

Диссертант впервые поставил задачу колебаний трубопровода большого диаметра в упругой среде и получил аналитическое решение поставленной задачи.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, основных выводов, списка использованной литературы, включающей 111 позиций, в том числе 24 на иностранных языках. Работа изложена на 126 страницах машинописного текста, включает 27 рисунков, 22 таблицы и одно приложение.

В первой главе приведен обзор литературы по исследуемому вопросу. Обзор включает 12 страниц из 126 страниц текста всей работы, т.е. 10% работы. Обычно обзорная часть составляет 20-25% работы, однако, не смотря на компактность, обзор достаточно полон и позволяет сформулировать цель и метод исследования, к сожалению, диссертант этого не сделал.

Вторая глава крайне перегружена. При прочтении возникает естественное желание разделить ее на две части. В первой части излагаются исходные посылки и гипотезы и с их учетом строится уравнение движения трубопровода (газопровода). Во второй части приводится анализ построенного уравнения. Содержательно эти части не равнозначны. Исходные посылки формулируются без соответствующего обоснования. Между тем они имеют ограниченную область применения. Давление грунта на трубу должно отличаться при засыпке над трубой 2 см и 20 м. Есть вопросы и по другим предпосылкам, что отмечено в замечаниях к работе. Вторая же часть представляет собой формальные математические преобразования построенных уравнений и не вызывает вопросов.

Третья глава в целом аналогична главе 2, но в ней учтена масса жидкости. Иными словами, вторая глава посвящена газопроводам, а третья – нефтепроводам. В целом материал главы не вызывает возражений. Автор пользуется известными решениями для учета жидкости. При этом предпосылки авторов используемых решений, к сожалению, не отмечаются.

Четвертая глава посвящена анализу параметрических колебаний трубопроводов и вопросам их динамической устойчивости. Здесь диссертант показал высокую квалификацию в области теории колебаний и успешно построил диаграммы Айнса-Стрэтта для рассматриваемой системы. Полученное решение позволяет оценивать возможность динамической неустойчивости для рассматриваемых трубопроводов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автором сформулировано 6 основных результатов и выводов. Выводы, сформулированные автором, достаточно полно отражают основные результаты выполненной работы. По содержанию выводов можно сказать о них следующее:

1. Вывод о том, что диссертантом «решена задача динамического расчёта для подземных прямолинейных участков трубопроводов большого диаметра с учётом внешнего давления грунта на стенку трубопровода, упругого отпора грунта, присоединённой массы грунта, демпфера, стационарного внутреннего давления и продольной сжимающей силы» в целом справедлив, хотя задача решена при определенных ограничениях на эпюры давления и демпфирования в среде.

2. Второй вывод констатирует факт, что в выполненном исследовании «получены формулы по нахождению частоты свободных колебаний для подземного тонкостенного трубопровода» Этот вывод соответствует проведенным исследованиям и не вызывает возражений с учетом замечания к первому выводу.

3. Третий вывод касается численных характеристик колебаний рассматриваемых трубопроводов. Приведенные данные обоснованы в диссертации и не вызывают возражений.

4. Четвертый вывод относится к учету демпфирования в рассматриваемой системе. После того, как демпфирование задано, в работе проведены необходимые аналитические выкладки и получен традиционный результат о снижении частот

демпфированных колебаний. Задание же самого демпфирования представляется не обоснованным.

5. Пятый вывод констатирует то, что в диссертации решена задача параметрического резонанса для объекта исследования. Вывод не вызывает возражений.

6. Шестой вывод констатирует то, что в диссертации исследована динамическая неустойчивость подземных трубопроводов, уложенных в грунт, с различными коэффициентами динамической вязкости, геометрическими характеристиками, внутренним давлением, и продольной силой. Такой анализ действительно выполнен в работе, но привязка к реальным грунтам весьма условна.

По работе имеется ряд замечаний:

1. Исходные посылки для записи уравнений колебаний выглядят не убедительно. Автор их просто констатирует. Между тем, они вызывают вопросы. Например, давление грунта должно существенно зависеть от глубины заложения трубы, методика оценки давления на трубы мелкого и глубокого заложения различны. При определенных условиях в зоне трубы образуется чаша проскальзывания, и этот грунт колеблется совместно с трубой.
2. Описание демпфирования сделано на учебно-иллюстративном уровне. На самом деле потери энергии определяются как гистерезисом в грунте, так и геометрическим излучением энергии упругими волнами во внешнюю

грунтовую среду. Коэффициент вязкого демпфирования при геометрическом излучении пропорционален акустической жесткости породы. В связи с этим нельзя независимо задать демпфирование и жесткость грунтового опирания. Ситуацию спасает тот факт, что задавая демпфирования «как попало» мы описываем какую-то грунтовую среду и для этой среды полученные выводы будут справедливы.

3. В части исследований диссертант использует некоторые результаты других авторов. Это касается, прежде всего, присоединенной массы жидкости. Между тем, эти авторы сами использовали те или иные гипотезы для описания их моделей. Диссертант эти гипотезы не рассматривает. Например, большинство результатов о движении жидкости получено на основе уравнений Лапласа без учета вязкости жидкости. Между тем, при расчете резервуаров с нефтью при относительно низких температурах используют уравнение Навье-Стокса. Это может изменить присоединенную массу жидкости.
4. Автор рассматривает только поперечные колебания трубы. Это следовало бы указать в названии. При продольных колебаниях возникают совсем другие эффекты: возникновение ловушечных форм колебаний, проскальзывание трубы относительно грунта и т.п.
5. В работе имеются отдельные стилистические небрежности, например, на стр.5 читаем

«...Для решения задачи применима теория замкнутых цилиндрических оболочек, предложенная В. Флюге, в **которой** пренебрегают силами инерции вращения, результатом **которой** является кубическое уравнение относительно квадрата частоты, однако в виду сложности решения, практически мало применяется...»

Из фразы тяжело понять, к чему относятся слова **которой**.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением ВАК.

Диссертация Дмитриева Андрея Викторовича «Свободные колебания и динамическая устойчивость тонкостенных магистральных трубопроводов большого диаметра при подземной прокладке», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена на высоком научном уровне и содержит важные для практики результаты. Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получены уравнения свободных колебаний трубопроводов больших диаметров и проанализированы параметры этих колебаний.

Результаты работы соответствуют паспорту специальности ВАК 2.1.9. Строительная механика (технические науки), 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».

Диссертационная работа Дмитриева Андрея Викторовича соответствует критериям, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Дмитриев Андрей Викторович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности по специальности ВАК 2.1.9. Строительная механика.

Согласен на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени кандидата технических наук Дмитриева Андрея Викторовича и дальнейшую их обработку.

Официальный оппонент:

Ученый секретарь,
доцент кафедры «Строительные сооружения,
конструкции и материалы» АО «НИЦ «Строительство»,
кандидат технических наук



Л. Н. Смирнова

23/I - 2023,

Сведения о лице, подписавшем отзыв:

Смирнова Любовь Николаевна,
ученая степень: кандидат технических наук,
должность: ученый секретарь, доцент кафедры «Строительные сооружения,
конструкции и материалы» (внутр. совм.)
место работы: Акционерное общество «Научно-исследовательский центр
«Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»),
адрес: 109428, Москва, 2-я Институтская ул., дом 6,

тел.: +7(495)602-00-70, доб.1231,
e-mail: scientific_secretary@cstroy.ru

Подпись Смирновой Л.Н. заверяю.

Начальник отдела кадров

/Севостьянова Ю.Б./
(подпись, печать)