

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

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Г \_\_\_\_\_

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. ректора  
Петербургского государственного  
университета путей сообщения  
Императора Александра I,

д.т.н. профессор

(Игоря Олеговича Разова)

\_\_\_\_\_ 2015г.

#### **ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию Разова Игоря Олеговича  
«Аналитические методы расчета динамических характеристик  
прямолинейных тонкостенных трубопроводов большого диаметра при  
наземной прокладке», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.23.17 – Строительная механика.

#### ***Актуальность***

В настоящее время и в ближайшие десятилетия в нашей стране будет создаваться и расширяться сеть продуктопроводов различного типа исполнений, в том числе наземных, для транзита газа и нефти в основном в Европейские и 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 и влияние внутреннего рабочего давления на динамические характеристики и устойчивость трубопровода. В связи с этим представленная диссертационная работа, направленная на совершенствование динамического расчета наземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра является актуальной.

В качестве объектов исследования выбраны наземные тонкостенные магистральные трубопроводы большого диаметра, в качестве предмета исследования – их свободные и параметрические колебания, статическая и динамическая устойчивость.

И.О. Разовым разработана расчетная схема для наземного тонкостенного трубопровода большого диаметра, впервые решена контактная задача «труба-грунт», описывающая взаимодействие трубопровода с грунтом по узкой полосе. Решены задачи:

- определения частот и форм свободных колебаний, и статической устойчивости наземных тонкостенных нефте- и газопроводов большого диаметра, подверженных действию стационарного внутреннего рабочего давления, продольной сжимающей силы, скорости потока протекающей жидкости, влияния упругого основания и геометрических характеристик;

- динамической устойчивости наземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра, подверженных действию нестационарных параметрических возбуждений – двух для газопровода и трех для нефтепровода. Следует отметить, что совместное влияние трех параметрических возбуждений – нестационарного внутреннего рабочего давления, продольной сжимающей силы, и скорости потока протекающей жидкости – другими авторами ранее рассмотрено не было.

Автором по диссертации опубликовано 12 научных работ, 6 из которых в журналах из перечня ВАК РФ в т.ч. 3 автором лично. Результаты диссертации доложены и обсуждены на конференциях и семинарах различного уровня, в т.ч. и международного.

**Новизна результатов исследования** заключается в следующем:

- Разработана расчетная схема для наземного тонкостенного трубопровода большого диаметра, решена контактная задача «труба-грунт» описывающая взаимодействие трубопровода с грунтом по узкой полосе. В результате получены выражения для определения параметров контактной поверхности ( $\varphi_0$ - угол в локальной системе координат, зависимый от глубины вдавливания контактной поверхности,  $b_0$  – ширина полосы контакта,  $\Delta_0$  - глубина вдавливания контактной поверхности, и  $\Phi(\varphi)$  - функция распределения давления грунта на внешнюю поверхность трубы, которая распределена по параболической зависимости). Произведено разложение импульсной функции в ряд Фурье, для описания радиального давления грунта на внешнюю поверхность трубы.
- Получены аналитические выражения для определения частот и форм свободных колебаний наземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра в зависимости от действия стационарного внутреннего рабочего давления, продольной сжимающей силы, скорости потока протекающей жидкости (для нефтепровода), влияния упругого основания грунта и различных геометрических характеристик;
- Выведены расчетные формулы для определения параметра критической продольной сжимающей силы наземных нефте- и газопроводов, приводящей к потере статической устойчивости;
- Определен критерий применимости теории оболочек для расчета наименьших частот свободных колебаний наземных тонкостенных трубопроводов;
- Решена задача параметрических колебаний и динамической устойчивости наземных тонкостенных трубопроводов большого диаметра,

подверженных нестационарным воздействиям внутреннего рабочего давления, продольной сжимающей силы, и скорости потока протекающей жидкости (для нефтепровода).

**Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов** исследований достигается применением известных и апробированных методов строительной механики и математики; хорошим соответствием частных случаев полученных в диссертации решений с решениями других авторов как по стержневой теории, так и по теории цилиндрических оболочек, апробацией работы на конференциях, конгрессах и семинарах различного уровня, в т.ч. международных.

Все полученные результаты являются новыми и представляют существенное значение для совершенствования методов расчета трубопроводных систем.

**Научная и практическая значимость** результатов диссертационной работы заключается в том, что предложенные в диссертации решения, направленные на совершенствование динамического расчета наземных трубопроводов с позиции теории тонких цилиндрических оболочек, позволяют уточнить результаты, полученные по стержневой теории. Полученные решения могут применяться на стадии проектирования и проведения технической экспертизы.

По содержанию диссертационной работы можно сделать следующие **замечания:**

1. Корректные действия с бесконечными рядами (перемножение рядов, дифференцирование, удержание конечного числа членов ряда) предполагают их абсолютную сходимость. Обоснованию этого в представленной работе не уделено достаточно внимания.

2. Названия таблиц 2.3, 3.2, 3.3 не полностью отвечают их содержанию – вместо «зависимость...частот  $\omega_{21}$ » следует писать «зависимость...частот

$\omega_{mn}$ »

3. В работе, к сожалению, имеются опечатки и неточности, неудачно построенные и несогласованные между собой предложения, затрудняющие чтение:

- на стр.14 Федосьев вместо Феодосьев;
- на стр. 41 « $E$  и  $\bar{\nu}$  - коэффициент Пуассона»;
- на стр. 91 «Отсюда следует, что вероятность потери динамической устойчивости для нефтепровода значительно выше, для газопровода.» и т.д.

### **Заключение**

Работа И.О.Разова «Аналитические методы расчета динамических характеристик прямолинейных тонкостенных трубопроводов большого диаметра при наземной прокладке» актуальна. Результаты, полученные в исследовании, являются новыми и имеют научную и практическую значимость. Хорошее согласование частных случаев решений, полученных в диссертации с результатами других авторов, подтверждает их достоверность.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы. В автореферате представлены все основные выводы и результаты работы.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842. Вопросы, решенные диссертантом в работе, имеют **существенное значение** для решения важных прикладных задач в области строительной механики. Результаты, полученные в работе, имеют научную новизну и практическую значимость, апробированы и опубликованы в рецензируемых научных журналах и изданиях на территории Российской Федерации.

Диссертация отвечает предъявляемым требованиям к кандидатским диссертациям, а ее автор, Разов Игорь Олегович, заслуживает присуждения ему

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 –  
Строительная механика.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры  
«Прочность материалов и конструкций» «01» декабря 2015г., протокол №\_4\_.

Результаты голосования «за»: единогласно.

Отзыв составил:

Заведующий кафедрой  
«Прочность материалов и конструкций»  
ФГБОУ ВПО  
«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»,  
кандидат технических наук, доцент



Невзоров Николай Иванович

Доцент кафедры  
«Прочность материалов и конструкций»  
ФГБОУ ВПО  
«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»,  
кандидат физико-математических наук



Кухарева Анна Сергеевна