

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Разова Игоря Олеговича  
«АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В ВИДЕ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРОИДАЛЬНЫХ ОБОЛОЧЕК ПРИ НАЗЕМНОМ,  
ЧАСТИЧНО ЗАГЛУБЛЕННОМ И ПОДЗЕМНОМ РАЗМЕЩЕНИИ»  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по  
специальности 2.1.9. Строительная механика

Диссертационная работа Разова И.О. посвящена исследованию свободных, параметрических колебаний и динамической устойчивости цилиндрических и тороидальных оболочек в упругой среде.

Тонкостенные трубопроводы большого диаметра, моделируемые как цилиндрические и тороидальные оболочки, являются критически важными элементами нефтегазовой, транспортной, авиационной и атомной отраслей. В процессе эксплуатации они подвергаются сложному комплексу статических и динамических воздействий, включая внутреннее давление, продольные сжимающие усилия, температурные влияния, пульсации потока жидкости или газа, а также взаимодействие с упругим грунтовым основанием при наземном, частично заглубленном или подземном размещении.

Существующие нормативные методы расчёта, базирующиеся преимущественно на стержневой теории, не позволяют в полной мере учесть такие значимые факторы, как деформация поперечного сечения, влияние внутреннего давления на жёсткость, присоединённые массы среды и демпфирующие свойства грунта. Это ограничивает возможность точного прогнозирования спектра частот свободных колебаний и, как следствие, отстройки от резонансных режимов. Особую опасность представляет параметрический резонанс, возникающий при пульсирующем потоке и приводящий к экспоненциальному росту амплитуд колебаний, что существенно сокращает ресурс трубопроводов.

Несмотря на значительный вклад отечественных и зарубежных учёных в теорию колебаний оболочек, вопросы динамического расчёта тонкостенных трубопроводов большого диаметра с учётом совместного влияния эксплуатационных нагрузок, температурного воздействия, неоднородности структуры (двухслойные оболочки) и реальных схем взаимодействия с грунтовой средой остаются недостаточно проработанными. Отсутствуют аналитические методы, позволяющие на стадии проектирования обоснованно выбирать между оболочечной и стержневой моделями, оценивать статическую и динамическую устойчивость, а также строить области параметрического резонанса.

Таким образом, разработка аналитических методов динамического расчёта тонкостенных трубопроводов в виде цилиндрических и тороидальных оболочек, учитывающих реальные условия наземного, частично заглубленного и подземного размещения, является актуальной проблемой научной специальности 2.1.9. Строительная механика, решение которой направлено на повышение надёжности, ресурса и безопасности магистральных трубопроводных систем. Большинство полученных результатов в диссертационной работе являются новыми и представляют значительный интерес для специалистов в области динамики конструкций.

По тексту автореферата имеется два замечания:

- 1) В автореферате (с. 14–16) приведены четыре модели внешнего давления  $q_{si}$  (M0–M3) и две модели взаимодействия с основанием по узкой полосе контакта (H1, H2). Однако отсутствует сравнительный анализ того, для каких типов грунтов, глубин заложения и условий эксплуатации каждая модель предпочтительна. Также не указано, как погрешность выбора модели влияет на конечный результат (частоты, области неустойчивости). Было бы целесообразно дополнить автореферат краткими рекомендациями по выбору модели в зависимости от реальных инженерных условий.

- 2) На с. 39, в выводах п. 12, указано, что «сравнение с результатами других авторов, численными расчётами (МКЭ) и экспериментальными данными показало хорошую

