

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ВИБРАЦИЙ ТРУБОПРОВОДА ПО ТЕОРИИ ТИМОШЕНКО**

*д-р техн. наук, проф. Б.А. Худаяров, канд. техн. наук, доц.  
О.Р. Кучаров, ТИИИМСХ, г. Ташкент, Узбекистан*

В настоящее время нефть, газ и нефтепродукты являются основой топливно-энергетического комплекса, а трубопроводы имеют большое значение для его эффективного функционирования. Трубопроводы для транспортировки различных жидкостей являются одним из основных факторов экономического развития энергетических отраслей многих стран мира. Безопасная эксплуатация трубопроводов – это ключ к бесперебойному обеспечению энергоресурсами и нормальной работе всех отраслей промышленности.

Задача изучения колебательных процессов вязкоупругих трубопроводов, лежащих на грунтовом основании, представляет большой теоретический и прикладной интерес. На сегодняшний день разработано множество подходов для решения подобных задач, но ни один из них не способен адекватно отразить реальную картину взаимодействия между трубопроводом и подстилающим грунтом. В основном эти подходы описывают отдельные стадии процессов, происходящих в трубопроводе. Поэтому несомненный интерес вызывает построение моделей, позволяющих исследовать динамические процессы трубопроводов с жидкостью.

В работе представлены результаты численного исследования нелинейных вибраций композитных трубопроводов по теории Тимошенко, лежащих на упругом основании, описываемом моделью Винклера. Разработана математическая модель нелинейных вибраций композиционного трубопровода, транспортирующего жидкость. Для описания процессов деформирования вязкоупругих материалов использована интегральная модель Больцмана-Вольтерра со слабо-сингулярными ядрами наследственности. При помощи метода Бубнова-Галеркина задача сведена к исследованию системы обыкновенных интегро-дифференциальных уравнений. Разработан вычислительный алгоритм, основанный на исключении особенностей интегро-дифференциальных уравнений со слабо-сингулярными ядрами, с последующим использованием квадратурных формул [1, 2].

**Список литературы:** 1. *Бадалов Ф.Б.* Исследование влияния ядра наследственности на решение линейных и нелинейных динамических задач наследственно-деформируемых систем / *Ф.Б. Бадалов, Б.А. Худаяров, А. Абдукаримов* // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2007. – № 4. – С. 107-112. 2. *Верлянь А.Ф.* Численное решение нелинейных задач динамики вязкоупругих систем / *А.Ф. Верлянь, Х. Эшматов, Б.А. Худаяров, Ш.П. Бобоназаров* // Электронное моделирование. – 2004. – Т. 26. – № 3. – С. 3-14.