

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

VI Национальная научно-практическая конференция
(Казань, 10-11 декабря 2020 г.)

Материалы конференции

В двух томах

Том 1

Казань
2020

**МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДА С
РАЗНОЙ ТОЛЩИНОЙ ОТЛОЖЕНИЙ В ANSYS
METHOD FOR MODELING PIPELINES WITH DIFFERENT
SEDIMENT THICKNESSES IN ANSYS**

Елена Владимировна Гарнышова¹, Евгения Вячеславовна Измайлова²,
Юрий Витальевич Ваньков³

Elena Vladimirovna Garnyshova¹, Evgeniya Vyacheslavovna Izmaylova²,
Yuriy Vitalevich Vankov³

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹garnyshova@mail.ru, ²evgeniya-izmailova@yandex.ru, ³yvankov@mail.ru

Аннотация. Методами численного моделирования была построена математическая модель колебаний элементов конструкций (трубопровода). Её целью является выявление закономерностей изменения частотных характеристик трубопровода. В качестве метода расчета выбран метод конечных элементов, что обусловило выбор соответствующей расчетной модели и конечных элементов для ее представления. Расчеты проводились в программном обеспечении ANSYS.

Annotation. A mathematical model of vibrations of structural elements (pipelines) was constructed using numerical modeling methods. Its purpose is to identify patterns of changes in the frequency characteristics of the pipeline. The finite element method was chosen as the calculation method, which led to the selection of the corresponding calculation model and finite elements for its representation. Calculations were performed in the ANSYS software.

Ключевые слова: трубопроводы, отложения, метод конечных элементов, ANSYS.

Keywords: pipelines, deposits, finite element method, ANSYS.

Поиск информативных критериев наличия дефекта трубопровода производится методом конечных элементов (МКЭ) путем решения следующих задач:

- определение частотных областей дефектов трубопровода путем моделирования и расчета гибкого утонение стенки трубы рассматриваемая как мембрана;
- моделирование опасного участка трубопровода конструкции с различной степенью коррозионного поражения;
- исследование частотных характеристик участков трубопровода при

различном давлении жидкости;

- уточненный расчет методом конечных элементов опасных участков с использованием объемных конечно-элементных моделей;
- анализ частот опасных участков трубопровода [1].

В работе смоделирован реальный участок трубы длиной 1500 мм, внешним диаметром трубы 300 мм, внутренним диаметром трубы 270 мм и с его разными толщинами опасных коррозионных дефектов– 5 мм, 10 мм, 20 мм, 30 мм, 50 мм. Также по обе стороны от трубы смоделированы два фланцевых соединения с внешним диаметром 400 мм, внутренним диаметром 270 мм и длиной 50 мм. Фланцевые соединения служили опорными точками всей конструкции при расчете.

Моделирование и расчет бездефектных труб, а также труб с дефектами показал, что на первоначальных формах колебаний весомых отличий для установки зависимости не наблюдается. Следовательно, для обнаружения дефектов необходимо проводить анализ в более высоких частотных диапазонах в разных её формах деформации модели (Таблица 1).

Таблица 1

Частота участка трубы $d = 300$ мм; $l = 1500$ мм с различными толщинами отложений (Гц)

Номер формы	Труба с разной толщиной осадка размером $a \times b$, мм					
	Бездефект.	0,05 x 0,3	0,1 x 0,3	0,2 x 0,3	0,3 x 0,3	0,5 x 0,3
1	437,28	475,64	448,52	468,54	502,6	604,73
2	437,42	475,69	448,63	468,63	502,69	604,8
3	660,71	657,32	653,24	647,11	642,17	635,07
4	660,75	657,36	653,29	647,15	642,19	635,08
5	726,11	866,37	780,13	853,13	880,76	967,93
6	727,41	866,51	780,85	853,42	881,04	968,16
7	831,93	879,11	838,45	859,11	976,44	970,92
8	832,34	879,97	838,78	859,75	976,96	1231,1
9	918,66	1004,9	971,69	991,87	983,85	1231,1
10	919,01	1072,5	972,39	1049,9	1166,5	1273,7

С целью нахождения областей частот характерных для дефектов в программном комплексе ANSYS были проведены расчеты частот собственных колебаний трубы с несколькими типоразмерами отложений.

В результате расчетов были получены зависимости частот собственных колебаний модели трубы с его разными толщинами отложений (Таблица 1) и построены графики этих зависимостей (Рис. 1).

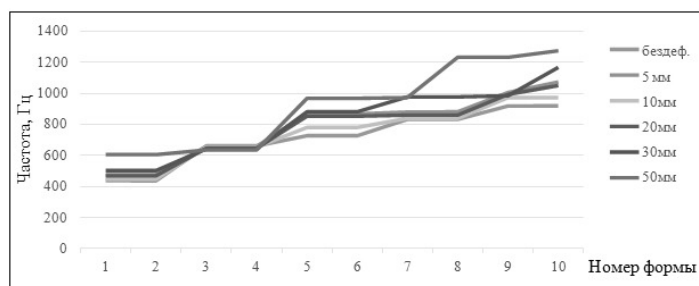


Рис. 1. Зависимость частоты собственных колебаний участка трубы, с разными толщинами коррозионного отложения

В модальном анализе мы можем проанализировать деформации для каждой формы колебаний, а также просмотреть все формы деформации с первой по десятую (Рис. 2).

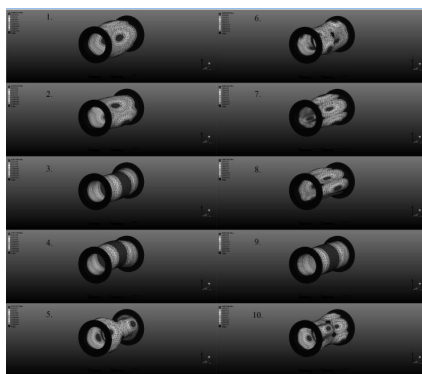


Рис. 2 Формы всех деформаций участка трубы с отложениями

Сравнительный анализ полученных результатов показывает, что предлагаемая методика расчета основных форм колебаний дефектов различных видов в программном комплексе ANSYS обеспечивает заданную точность и достоверность, что делает возможным применение метода собственных колебаний для оценки степени коррозионного поражения трубопроводов, а также существенно снижает трудоемкость и время поиска дефектов [2].

Источники

1. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах./ Под общ. ред. Д.Г. Красковского – М.:КомпьютерПресс, 2002г. – 224с.
2. Измайлова Е.В., Гарнышова Е.В., Соловьев Д.В. Конечно-элементное моделирование системы акустического контроля теплообменников. Сборник Международной молодежной научно-практ. конференции молодых ученых «Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии» Альметьевский гос. нефтяной институт, 2018г.

3. Shvetsov I. V., Garnyshova E. V., Izmaylova E. V., Vankov Y. V., Zagretdinov A. R. Reducing labor input of monitoring condition of heat exchange equipment surfaces. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 939 (2020) 012072 doi:10.1088/1757-899X/939/1/012072.