

Источники

1. Повышение эффективности теплообменных аппаратов паротурбинных установок за счет применения профильных витых трубок / Ю.М. Бродов, К.Э. Аронсон, А.Ю. Рябчиков [и др.] // Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2016. № 7-8. С. 72-78

2. Гнездилова А.И., Виноградова Ю.В. Конструктивный и прочностной расчет теплообменных аппаратов: учеб.-метод.е пособие. Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2019. 85 с.

3. Расчет и проектирование теплообменников: учеб. пособие для вузов / А.Н. Остриков, И.Н. Болгова, Е.Ю. Желтоухова [и др.]. СПб.: Лань, 2021. 372 с.

4. Пластинчатые теплообменники [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.holcom.ru/plastinchatye-teploobmenniki> (дата обращения 4.11.2021).

5. Сервис – Инвент-С [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://teplo-ek.ru/service.html> (дата обращения 30.10.2021).

УДК 620.179

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Елена Владимировна Гарнышова¹, Евгения Вячеславовна Измайлова²

Науч. рук. д-р техн. наук, зав. каф. Ю.В. Ваньков

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

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

Аннотация. Заращение коррозионно-накипными отложениями элементов инженерных сетей, в частности трубопроводных систем, является серьезной проблемой, для повышения энергосбережения и продления срока службы которых необходимо проводить их своевременный контроль и чистку. Для выявления зависимостей собственных частот колебаний изделия от толщины и плотности отложений были выполнены расчеты в программной среде ANSYS.

Ключевые слова: частотные характеристики, трубопроводные системы, коррозионно-накипные отложения, ANSYS.

REGULARITIES OF CHANGES IN THE FREQUENCY CHARACTERISTICS OF ELEMENTS OF PIPELINE SYSTEMS

Elena V. Garnyshova¹, Evgeniya V. Izmaylova²

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

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

Abstract. The overgrowth of elements of engineering networks, in particular pipeline systems, with corrosion-scale deposits is a serious problem, in order to increase energy saving and prolong the service life of which it is necessary to carry out their timely monitoring and cleaning. Calculations were performed in the ANSYS software environment to identify the dependencies of the natural oscillation frequencies of the product on the thickness and density of deposits.

Keywords: frequency characteristics, pipeline systems, corrosion-scale deposits, ANSYS.

Инженерные сети, являющиеся основой инженерной инфраструктуры, в значительной мере определяют устойчивость развития как промышленных, так и социально-экономических территориальных образований. Надежность функционирования инженерных сетей, в частности трубопроводных систем, качество транспортировки ими технологических и энергетических продуктов в значительной мере зависит от процесса контроля их текущего состояния.

Наиболее распространенной причиной ухудшения качества работы трубопроводных систем являются коррозионно-накипные отложения [1]. На собственные частоты колебаний трубопроводных систем оказывает влияние, как толщина отложений, так и их плотность. Для выявления закономерностей изменения частотных характеристик элементов конструкций была построена их математическая модель колебаний. В качестве метода расчета выбран метод конечных элементов, который позволяет моделировать дефекты в деталях сложной формы, разные по величине и местоположению, при различных вариантах закрепления детали. Моделирование проводилось в программном комплексе ANSYS.

Ранее в исследованиях было выявлено, что с увеличением толщины отложений (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мм) частоты собственных колебаний изделия увеличиваются [2, 3].

В качестве отложений были взяты разные виды оксидов с плотностями: оксид кремния (SiO_2) – 2,65 г/см³, оксид кальция (CaO) – 3,37 г/см³, оксид магния (MgO) – 3,58 г/см³, оксид железа (Fe_2O_3) – 7,8 г/см³.

В таблице приведены результаты расчета частот колебаний изделия с разными видами оксидов в ANSYS [4, 5].

Результаты расчета некоторых частот колебаний изделия с разными видами оксидов

№ моды	Частота (Гц)			
	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
1	90,263	97,293	114,34	266,87
15	1630,1	1754,9	2067,6	4825,6
30	3104,5	3340,2	3934,9	9198,8
55	5780,8	6214	7301,9	17157
80	8521,3	9089	10540	25184
95	10301	10962	12618	30420

На рисунке показаны графики зависимости плотности отложений от собственных частот колебаний изделия, где 1 – оксид железа, 2 – оксид магния, 3 – оксид кальция, 4 – оксид кремния.

По полученным данным видно, что с увеличением плотности отложений увеличиваются собственные частоты колебаний изделия (см. рисунок).

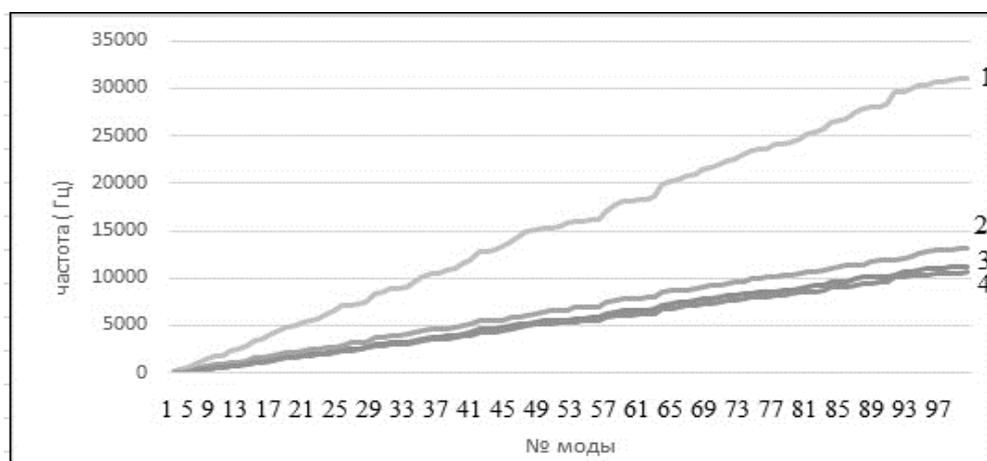


График зависимости плотности отложений от собственных частот колебаний

Своевременный контроль инженерных сетей, в частности трубопроводных систем, выявление коррозионно-накипных отложений и их чистка [6], позволяет повысить энергоэффективность, продлить срок службы.

Работа выполнялась в рамках гос. задания № 075-03-2021-175/3.

Источники

1. Чикунова Е.В., Измайлова Е.В. Метод свободных колебаний для определения коррозии в трубопроводных системах // Материалы конф. «Тинчуринские чтения–2020. Энергия и цифровая трансформация». Т. 2. С. 156-159.

2. Izmailova E.V., Garnyshova E.V., Kazakov R. B., Serov V.V. Determination of the sediment thickness on the heat-exchange surfaces by free vibration method // Smart Energy System – 2019. E3S Web of Conferences 124, 05069 (2019).

3. Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В. Оценка толщины отложений на внутренней поверхности теплообмена по затуханию собственных колебаний // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22. № 4. С. 106-114.

4. Соловьев Д.В., Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В. Конечно-элементное моделирование системы акустического контроля теплообменников // Матер. III Международ. конф. «Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии». Альметьевск: АГНИ, 2018. С. 436-439.

5. Измайлова Е.В., Соловьев Д.В. Использование ANSYS для оценки состояния теплообменного оборудования // Матер. VII Междун. конф. «ЭНЕРГИЯ-2020». Т. 1. С. 119.

6. Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В. Контроль толщины отложений теплообменного оборудования и способы его очистки // Матер. XIV Междун. конф. «ЭНЕРГИЯ-2019». 2019. Т. 1. С. 71.

УДК 62-762.65

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ В УСЛОВИЯХ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

Шохрух Нурмахмадович Гуломалиев

Науч. рук. д-р техн. наук, зав. каф. Ю.В. Ваньков

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

shohrukh.gulomaliev@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены методики многослойных сильфонных элементов для трубопроводных систем криогенной техники. Предельные состояния проанализированы по общей и местной потере устойчивости сильфонных компенсаторов. Слои сильфонных элементов изготовлены из различных материалов и сочетанием слоев.

Ключевые слова: сильфон, сильфонные компенсаторы, теплоснабжение, тепловые потери, трубопроводы.