

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА И ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

© 2024 г. Елена Владимировна Гарнышова^{1*}, Е. В. Измайлова^{1**}

¹ – *Казанский государственный энергетический университет, 420066 г. Казань,
ул. Красносельская, 51*

* - *garnyshova@mail.ru*; ** - *evgeniya-izmailova@yandex.ru*.

Для трубопроводных систем характерна проблема, связанная с интенсивным накипеобразованием на их поверхностях, зарастанием и «заклиниванием» систем различными отложениями, присутствующими в сетевой воде, и продуктами коррозии. Образование отложений может блокировать работу, ускорить коррозию и привести к перегревам, прогарам и разрывам труб. Один из методов решения задачи повышения энергоэффективности, а также продления срока эксплуатации, заключается в уменьшении отрицательного влияния отложений. Наличие отложений ухудшает условия теплообмена и увеличивают гидравлическое сопротивление системы, вызывает опасное повышение температуры металла, поэтому целью работы является разработка способа контроля и обнаружения наличия отложений на поверхностях теплообмена. Для этого предлагается использовать неразрушающий метод контроля, в частности метод свободных колебаний.

Технический результат достигается тем, что в способе контроля и обнаружения дефектов поверхностей теплообмена и трубопроводных систем осуществляют возбуждение свободных колебаний, регистрацию параметров колебаний, посредством пьезоэлектрического датчика, и дальнейшую запись, и анализ параметров этих колебаний в персональном компьютере.

Изменение спектра колебаний протяженного объекта от мелкого дефекта незначительно, поэтому их обнаружение затруднительно, и для повышения точности результатов контроля необходимо заставить колебаться только интересующий нас участок конструкции. Этого можно добиться с помощью демпфирующей рамки, прижимаемой к исследуемой поверхности.

В экспериментальных исследованиях на поверхность теплообмена устанавливали демпфирующую рамку и источник колебаний, представляющий собой аппаратно-программный комплекс [1]. Он состоит из ударника, возбуждающего колебания и пьезоэлектрического датчика, принимающего аналоговый сигнал, соединенный с аналого-цифровым преобразователем [2], на выходе которого цифровой сигнал попадает в оперативную память персонального компьютера, где посредством программного обеспечения сигналы регистрируются, записываются, обрабатываются и анализируются [3].

При этом способ контроля и обнаружения дефектов поверхностей теплообмена и трубопроводных систем заключается в записи сигналов свободных колебаний с отложениями и сравнении их с сигналами свободных колебаний, прошедших через такие же поверхности, заполненные такой же средой, но не имеющие отложений (принятые за эталон), и по этому сравнению судят о наличии отложений [4].

Данный способ контроля и обнаружения дефектов поверхностей теплообмена и трубопроводных систем испытан в ходе экспериментальных исследований. Расчетным и экспериментальным путем было выявлено, что с наличием отложений увеличиваются и собственные частоты колебаний поверхностей теплообмена [5].

Своевременный контроль поверхностей теплообмена, выявление отложений позволяют уменьшить затраты на энергию и, как следствие, сократить общие эксплуатационные затраты, а также повысить энергоэффективность и продлить срок службы [6].

Экспериментальные исследования, проведенные в рамках выполнения работ по государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-03-2023-291 от 28.02.2023 г.), подтверждают возможность применения предложенного способа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В. Оценка толщины отложений на внутренней поверхности теплообмена по затуханию собственных колебаний. ИВУЗ. Проблемы энергетики, 2020. Т. 22. № 4. С. 106-114.
2. Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В., Гарнышова Е.В., Зиганшин Ш.Г. Патент на полезную модель RU Устройство для контроля отложений на поверхностях теплообмена № 198469 U1, МПК G01B 5/00 Бюл. № 20. 13.07.2020.
3. Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В., Гарнышова Е.В., Зиганшин Ш.Г., Загретдинов А.Р. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019615470 «2RSoundSA». Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 апреля 2019.
4. 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.
5. Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В., Загретдинов А.Р. Контроль отложений поверхностей теплообмена по анализу их частот колебаний. Сборник материалов 78-й Науч.-техн. конф. Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященной Дню радио. 2023 СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». С. 83-87.
6. Ваньков Ю.В., Измайлова Е.В., Гарнышова Е.В., Загретдинов А.Р. Повышение энергоэффективности контролем трубопроводных систем. Казань: Издательство Казанского университета, 2022. 142 с.