СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ ЦИКЛИЧЕСКОГО НАГРЕВА ОБЪЕКТА ПРИ АКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДОВ

Маликов Р.А., Ширяев В.В., Чулков А.О.
Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Ширяев В.В., к. т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Статья содержит описание результатов использования мощных светодиодных матриц для контроля скрытой коррозии в металлических изделиях с применением активного термоволнового метода.

Введение

Благодаря своей универсальности, тепловой контроль (ТК) позволяет испытывать металлические [1] и неметаллические материалы [2], используя различные источники тепловой стимуляции и выявляя дефекты различного происхождения и размеров.

В настоящей статье приведены результаты исследования, нахождения оптимального времени нагрева металлической пластины с дефектами в виде скрытой коррозии с использованием светодиодов.

1. Характеристики источника нагрева.

В последние годы обозначился интерес к применению светодиодных нагревателей, излучение которых лежит вне спектрального диапазона чувствительности современных тепловизоров, однако, особенности применения светодиодов в ТК малоизученны. Данная статья в определенной степени заполняет этот пробел.

Поглощение энергии оптического излучения твердым телом зависит от типа материала и состояния его поверхности. С точки зрения ТК, наиболее эффективен нагрев поверхностей с высоким коэффициентом поглощения (0,94 - 0,96), например, с черным матовым покрытием. К сожалению, многие промышленные объекты, в том числе, металлические контейнеры, резервуары, цистерны, трубопроводы, элементы планеров самолетов и т.п., имеют покрытия с более низким коэффициентом поглощения, в особенности, в видимой части спектра.

2. Контроль скрытой коррозии

Анализ выявляемости дефектов при использовании термоволнового метода проводили на образце из стали Ст45 толщиной

7 мм (Рис. 1), содержавшем 9 дефектов типа засверловок задней поверхности (bottom-holes) диаметром от 5 до 20 мм и глубиной от 1 до 4 мм.

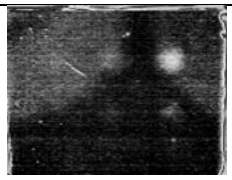
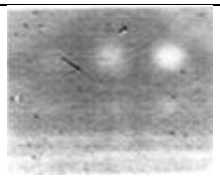
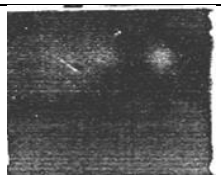
Длительность импульса нагрева предварительно определяли по известной формуле $\tau = \pi\mu^2 / \alpha$, где μ - глубина проникновения тепловой волны (глубина залегания дефекта), м; α, - температуропроводность материала, м/с^2.

Инфракрасные термограммы при длительности импульса нагрева 2, 4, 12 и 300 секунд и количестве циклов нагрева соответственно 1б 25б 75 и 150 были подвергнуты преобразованию Фурье, примененному ко времени (Табл. 2). Суммарная длительность нагрева в каждом эксперименте составляла 300 секунд. Эффективность термоволнового нагрева оценивали по отношению сигнал/шум (SNR) для верхнего правого дефекта, соответствующего уносу материала 4 мм (степень коррозии 57 %).

Рис. 1. Образец из стали Ст45 с дефектами задней поверхности, имитирующими скрытую коррозию.

Рис. 2. Лабораторная установка со светодиодными матрицами.

Таблица 1. Результаты контроля скрытой коррозии с использованием галогенового источника нагрева

Длительность нагрева, с (число циклов)	2 (150)	4 (75)	12 (25)	300 (1)
Наилучшая ИК термограмма после Фурье анализа				
SNR (номер гармоники) для дефекта	8,7 (150) Phase	19.4 (68) Phase	11.5 (25) Magnitude	5.9 (3) Magnitude

3. Заключение

В ходе исследования контрольный дефект выявлялся во всех экспериментах, однако, максимальная величина SNR=19,4 имела место при глубине проникновения тепловой волны с полупериодом нагрева 4 секунды. Тепловая волна с полупериодом 12 секунд позволила выявить дефект с уносом материала 1 мм (14,3 % коррозии). Дефекты меньших размеров не выявлялись вследствие значительной диффузии тепла в металле.

Таким образом было выяснено, что при использовании циклического нагрева материала светодиодными матрицами эффективнее всего использовать нагрев объекта с интервалом в 4 секунды при общем времени нагрева 300 секунд.

Список информационных источников

1. Vavilov, V.P., Nesteruk, D.A., Chulkov, A.O., Shiryaev, V.V. An apparatus for the active thermal testing of corrosion in steel cylindrical containers and test results, Russian Journal of Nondestructive Testing, Vol. 49, Issue 11, November 2013, Pages 619-624, DOI: 10.1134/S1061830913110089.

2. Vavilov V.P., Chulkov A.O., Derusova D. IR thermographic characterization of low energy impact damage in carbon/carbon composite by applying optical and ultrasonic stimulation, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering Volume 9105, 2014, Article number 91050J, DOI: 10.1117/12.2049810.

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ДАТЧИКОВ НА ДВИЖЕНИЕ В ЗОНЕ КОНТРОЛЯ

Матвеев И.Г.
Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Prof. Dr. E. Siemens;
Юрченко А.В., д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества

В данной работе рассматривается создание экспериментальной установки для исследования реакции различных типов датчиков на движение. Разработанная установка является прототипом системы детектирования, которая предназначена для интеграции в интеллектуальную систему освещения. Проведены экспериментальные исследования на основе результатов которых сделан сравнительный анализ зон обнаружения, с целью определения пригодности датчиков для использования в системе обнаружения и разработки алгоритма фильтрации сигналов и обнаружения движения с использованием комбинации методов контроля.

Ключевые слова: датчик движения, экспериментальная установка, обнаружение движения, микрокомпьютер BeagleBone Black.

Введение

Современные системы освещения города имеют повышенные требования к энергосбережению и ресурсоэффективности из-за возрастающих энергетических затрат на освещение города. Таким требованиям удовлетворяют интеллектуальные системы освещения.