

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ТЕПЛОВЫХ ВОЛН В АКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ КОНТРОЛЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Фоминцева Ю.В.**

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Нестерук Д.А., к.т.н., доцент кафедры  
физических методов и приборов контроля качества*

Задача существенного улучшения качества продукции, следовательно, повышения ее надежности и долговечности может быть успешно решена при условии совершенствования производства и методов контроля качества продукции.

В настоящее время для выполнения одного из указанных выше условий широко применяется неразрушающий контроль, позволяющий проверить качество продукции без нарушения ее целостности и пригодности к использованию по назначению.

ГОСТ 18353 – 73 устанавливает классификацию видов и методов неразрушающего контроля, среди которых присутствует и тепловой неразрушающий контроль. Данный метод контроля основан на регистрации тепловых полей объекта контроля.

На сегодняшний день, ТК активно применяется для мониторинга композиционных материалов, которые широко используются во всех областях науки и техники, а также промышленности, в том числе в металлургии, машиностроении, энергетике, химической промышленности, электронике и т.д.

Основными дефектами композитов являются следующие технологические и эксплуатационные нарушения в структуре и конструкциях материалов:

- возникновение коррозии под краской и между слоями;
- расслоения и непрочности;
- ударные повреждения;
- наличие масла или воды в сотах обшивки самолета и т.д.

Наиболее распространенными способами активного ТК является импульсный метод и метод тепловых волн. В данной работе производилась реализация метода тепловых волн, который подразумевает периодический нагрев, в результате которого в объекте контроля возникают тепловые волны. Этот метод предназначен для обнаружения глубинных дефектов.

Одной из разновидностей указанного метода является оптическая синхронная ИК – термография. Общая схема реализации метода представлена на рисунке 1.

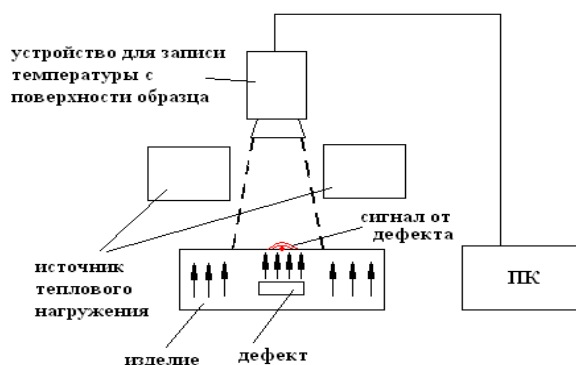


Рисунок 1 Общая схема реализации метода оптической синхронной ИК – термографии.

Исследуемое изделие подвергается тепловому воздействию посредством источника теплового нагружения на передней поверхности образца относительно источника. За счет процесса диффузии тепловая энергия внутри образца распространяется во всех направлениях. В присутствии скрытых дефектов тепловые потоки перераспределяются, что приводит к появлению специфических температурных аномалий на передней и задней поверхности образца. Температурные аномалии регистрируются с помощью устройства для записи температуры с поверхности образца. Особенностью данного метода является то, что тепловое воздействие на образец происходит периодически в течение определенного времени, а снятие данных происходит параллельно процессу нагрева и сразу попадают на ПК.

Исследования по реализации описанного выше метода производились на тонкой пластинке из углепластика размером 14 x 5 см и толщиной 1,8 мм, в которой дефекты в виде расслоения имитировались с помощью тефлоновой пластинки. Схема расположения дефектов приведена на рисунке 2. Нагрев пластины производился с помощью 2-ух галогеновых ламп по 1000Вт каждая. В одном из экспериментов время нагрев - охлаждение составило 1с, в другом – 2с.

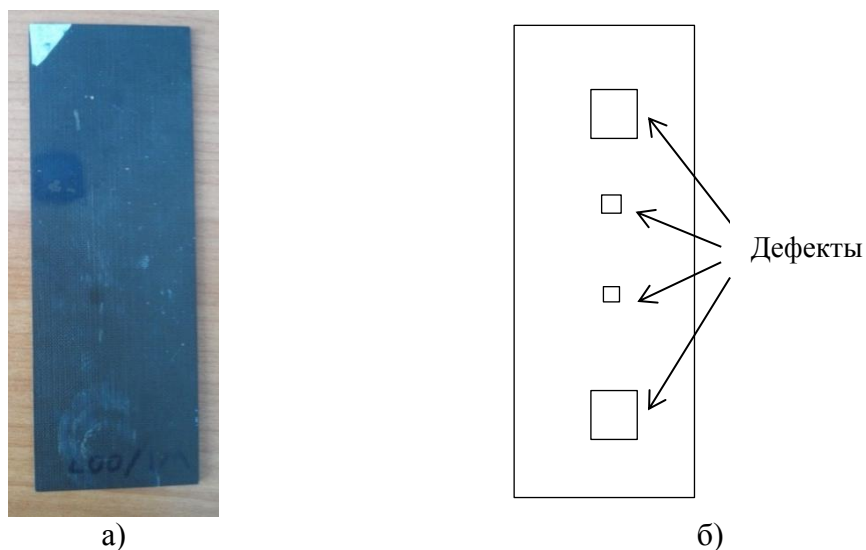


Рисунок 2 - Фотография образца (а) и схема расположения дефектов в образце (б).

В результате выполненных экспериментов была получена последовательность термограмм, для обработки которых применялся Фурье – анализ.

Фурье – анализ в тепловом контроле используется для исследования пиксельной температурной динамики в последовательностях ИК – изображений, а также для увеличения отношения сигнал/шум. В результате применения этого метода обработки получается амплитграмма и фазограмма. Первая показывает среднее изменение амплитуды температурного сигнала в образце с изменением частоты для каждого пикселя кадра. Фазограмма, свою очередь, показывает среднее изменение фазы сигнала в образце с изменением частоты на каждый пиксель кадра. Как утверждает теория, лучше всего дефекты проявляются на фазограмме.

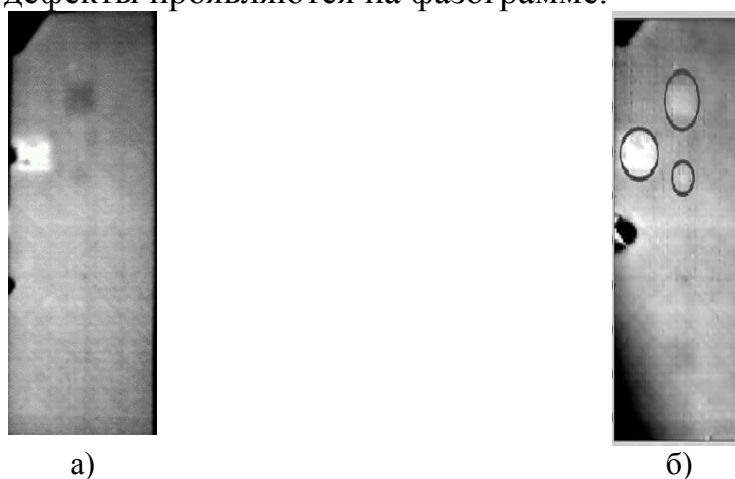


Рисунок 3 – Изображение амплитуды: а)  $T = 1$  с; б)  $T = 2$  с.



а)  
б)  
Рисунок 4 – Изображение фазы: а)  $T = 1$  с; б)  $T = 2$  с.

Как видно из вышеприведенных результатов, при увеличении времени нагрев – охлаждение вероятность обнаружения всех дефектов увеличивается. С другой стороны, увеличивается вероятность перегрева пластинки. Эксперименты продолжаются, поскольку конечной целью наших исследований является создание действующей системы активного теплового контроля композиционных материалов, основанной на методе тепловых волн.

### **Список информационных источников**

1. В. П. Вавилов. Инфракрасная термография и тепловой контроль. - М.: Спектр – 544с.;
2. В.П. Вавилов. Тепловые методы контроля композиционных структур и изделий радиоэлектроники. – М.: Радио и связь, 1984 – 152с.;
3. Д.А. Нестерук, В.П. Вавилов. Тепловой контроль и диагностика. Учебное пособие для подготовки специалистов I, II, III уровня – Томск, 2007 – 104с.

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*Хадыков М.Т.*

*Восточно-Сибирский государственный технологический университет,  
г. Улан-Удэ*

Достижение качества и безопасности пищевых продуктов является одним из главных задач предприятия занимающегося переработкой сырья и выпуском готовой продукции. Особенно в