

Смойлов Кирилл Андреевич
*Студент института автоматизации и электронного приборостроения,
Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет
им. А.Н. Туполева - КАИ,
E-mail: SmoilovKA@stud.kai.ru*

Smoilov Kirill Andreevich
*Student of the Institute of Automation and Electronic Instrumentation
Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - KAI
E-mail: SmoilovKA@stud.kai.ru*

МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ METHODS AND SYSTEMS OF THERMAL NON-DESTRUCTIVE TESTING

Аннотация:

В представленной работе изложен материал, связанный с системами и методами теплового контроля, рассмотрены его основные виды и способы его применения, приведен пример такой системы, а выявлены тенденции развития этого направления.

Ключевые слова:

ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ, ТЕРМОГРАФИЯ, ДЕФЕКТЫ.

Abstract:

In the presented work, the material related to thermal control systems and methods is presented, its main types and methods of its application are considered, an example of such a system is given, and trends in the development of this area are identified.

Keywords:

THERMAL IMAGING CONTROL, THERMOGRAPHY, DEFECTS.

Введение:

Термография — это метод исследования явлений, связанных с распределением тепла в объектах и измерением этого распределения во времени. Для проведения термографии требуется система, которая может преобразовывать инфракрасные изображения в видимые.

Одной из областей использования термографии является неразрушающий контроль.

В термографических методах неразрушающего контроля в качестве информации используется распространяющаяся в объекте контроля тепловая энергия. Измерение и анализ тепловых полей различных объектов дефектами и интерпретация полученных результатов – задача теплового неразрушающего контроля (ТНК).

Объектами ТНК являются дефектные структуры, содержащие трещины, пустоты, поры, раковины, места непровара, непрочлея, непропая, плохой тепло- и электроизоляции, неоднородности состава, посторонние примеси, всевозможные отклонения физических свойств объекта от нормы, наличие мест локального перегрева, утечки и т.д.

Актуальность теплового контроля обусловлена его преимуществами, такими как непрерывная эксплуатация объекта, отсутствие прямого контакта с объектом, информативность диагностики, высокая чувствительность и скорость работы приборов. Этот метод неразрушающего контроля применяется во всех отраслях промышленности и

является высокоэффективным.

Основная часть:

Все методы теплового контроля делятся на две большие группы: активные методы и пассивные методы.

Активный тепловой контроль – это неразрушающий метод, основанный на применении внешнего теплового излучения. Его используют в том случае, если сам объект во время применения не создает тепла, которое можно было бы использовать для определения состояния изделия, выявления скрытых в нем дефектов.

Схему проведения активного теплового контроля можно упрощенно представить в следующем виде. На поверхность объекта воздействуют источником тепловой энергии, в результате нарушается термодинамическое равновесие объекта контроля с окружающей средой и на поверхности возникает избыточное температурное поле, пространственно - временная структура которого позволяет получить информацию о внутренних свойствах объекта. Регистрацию поверхностного температурного поля производят с помощью специальной измерительной аппаратуры, которая кроме термочувствительных датчиков, включает в себя систему обработки и расшифровки информации, а также другие вспомогательные узлы.

Пассивный контроль отличается от активного тем, что не использует внешних источников нагрева. При этом само тепловое поле формируется в процессе производства или эксплуатации детали.

Проведение теплового контроля во многом зависит от типа применяемых инструментов. Если прибор подобран правильно для конкретной области применения, можно получить максимально подробные показания.

Есть два варианта измерения нагрева при проведении теплового контроля. Они разделены на два основных варианта:

- Контактные. Изделие направлено на то, чтобы установить реальную температуру при непосредственном контакте с поверхностью. К примеру, хорошо подойдут для выполнения контроля монометрические и жидкостные термометры, а также металлические и полупроводниковые варианты сопротивления, термопары и многое другое.
- Бесконтактные. Как понятно из названия – для получения точных сведений о состоянии конкретного изделия, не требуется непосредственного контакта с материалами. В список таких вариантов изделий входят многочисленные термометры, квантовые счетчики, пирометры с радиационным вариантом фиксирования и многие другие специализированные аппараты.

Дальнейшее исследование относится к области методов и систем активного бесконтактного теплового контроля. Данный метод применяется в различных отраслях, включая авиакосмическую индустрию (для обнаружения дефектов в композитах и панелях), микроэлектронику (для контроля пайки и полупроводников), машиностроение (для дефектоскопии покрытий и толщинометрии пленок), лазерную технику (для контроля напряжений в кристаллах и оптике), материаловедение (для диагностики напряженного состояния объектов), строительство (для контроля теплопроводности и обнаружения дефектов), нефтехимию (для термографического контроля жидкостей) и энергетику (для тепловизионного контроля статоров и изоляции), а также в агрокомплексе (для контроля продуктов и дефектоскопии сельскохозяйственной техники). Для проведения ТНК

данным методом чаще всего используются тепловизоры и инфракрасные камеры. Их использование в тепловом контроле обусловлено их высокой точностью, скоростью измерений, возможностью работать в условиях ограниченной видимости и отсутствием контакта с измеряемым объектом.

Примером системы теплового контроля может служить известное изобретение ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (RU 2 659 617 C1).

Данная группа изобретений предназначена для неразрушающего контроля и позволяет выявлять дефекты, расположенные близко к поверхности объектов. Термографический метод включает нагрев или охлаждение определенной области контролируемого изделия с последующей регистрацией изменения температуры. После производится измерение инфракрасного излучения дефектной зоны и сравнение его с окружающей бездефектной областью.

Затем определяют местоположение и размеры дефекта, а также его допустимость в процессе эксплуатации изделия. Синхронизируются движение изделия и источник нагрева с работой тепловизора. Для идентификации дефекта используют термограммы аналогичных материалов из базы данных, содержащей типовые дефекты. Оценка температуры производится в двух перпендикулярных направлениях по одному или нескольким критериям, связанные с тепловым потоком.

Новизна этой технологии заключается в применении локальной нагрузки для стимуляции увеличения дефекта. Опасность и вероятность его роста определяются путем сравнения изображений до и после воздействия силы.

Устройство для термографического контроля включает систему, создающую термическое неравновесие между дефектными и бездефектными участками. Также имеется регистрирующее устройство для получения и анализа термографических изображений.

Особенностью является наличие измерительно-силовой головки с подвижным индентором и датчиками, установленными на моторизованной платформе, а также тепловизора в защитном кожухе. Главная задача всех этих решений — расширение функциональных возможностей контроля дефектов.

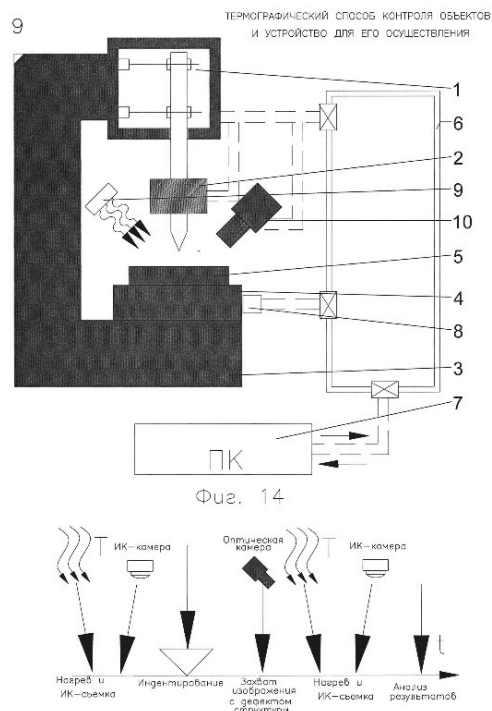


Рисунок. 1. Схема термографического способа контроля объектов и устройств для его осуществления

На рисунке 1 обозначены:

- 1 - Измерительно-силовая головка;
- 2 - Датчик измерения величин действующих сил;
- 3 - Несущая конструкция прибора;
- 4 - Моторизованный стол;
- 5 - Образец;
- 6 - Контроллерный блок управления;
- 7 - Персональный компьютер;
- 8 - Шаговый двигатель;
- 9 - Нагреватель;
- 10 - ИК-камера.

Развитие методов и систем теплового контроля имеют следующие тенденции:

1. Повышение уровня автоматизации. Анализ полученных термограмм производится с помощью ЭВМ, что позволяет повысить достоверность, производительность и повторяемость результатов. Также наблюдается применение для анализа нейронных сетей, которые начали активно развиваться в последнее время.
2. Улучшение характеристик тепловизоров. Постоянная тенденция — улучшение температурной чувствительности и пространственного разрешения, а также повышение быстродействия (частоты смены термоизображений), что позволяет получать более четкие снимки и выявлять малейшие колебания температур.

Выводы и дальнейшие перспективы исследования

В представленной работе был изложен материал, связанный с системами и методами теплового контроля и рассмотрены его основные виды.

Данное исследование является вводным и позволяет дать основу в понимании метода термографии.

Также в ходе исследования были выявлены тенденции развития методов и систем теплового контроля, с сторону которых могут быть проведены дополнительный исследования с целью повышения качества и производительности данных систем.

Список литературы

1. Будадин, О. Н., Вавилов, В. П., Абрамова, Е. В. Тепловой контроль [Текст] / О. Н. Будадин, В. П. Вавилов, Е. В. Абрамова — 1-е изд. — Москва: ИД Спектр, 2011 — 176 с.
2. Вавилов, В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль [Текст] / В. П. Вавилов — 1-е изд. — Москва: ИД Спектр, 2009 — 544 с.
3. Патент № 2659617 Российская федерация МПК G01N 25/72. ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ : № 2017120903 : заявл. 2017.06.14 : опубл. 2018.07.03 / Головин Юрий Иванович (RU) Головин Дмитрий Юрьевич (RU) Бойцов Эрнест Александрович (RU) Самодуров Александр Алексеевич (RU) Тюрин Александр Иванович (RU) – 7 с.