

А.П. ДАВИДЕНКО, профессор, канд. техн. наук, НТУ «ХПИ»
В.Н. СЛАВКОВ, магистр НТУ «ХПИ»

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАФИИ В ЗАДАЧАХ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Розглянуті загальні питання неруйнівного контролю, області застосування дефектоскопії. Наведені результати досліджень дефектів різних об'єктів, виявлених за допомогою цифрового фотоапарата. Описано метод обробки цифрових картин температурних полів об'єктів, що містять різні дефекти за допомогою програмного пакета MathCAD.

We consider the general issues of non-destructive testing, the application of fault detection. The results of investigations of defects of various objects, identified with the help of a digital camera. A method for processing digital picture of temperature fields of objects that contain various defects, with the help of the software package MathCAD.

Важкими критериями высокого качества деталей машин, механизмов, приборов являются физические, геометрические и функциональные показатели, а также технологические признаки качества, например, отсутствие недопустимых дефектов; соответствие физико-механических свойств и структуры основного материала и покрытия; соответствие геометрических размеров и чистоты обработки поверхности требуемым нормативам и т.п. [1].

Неразрушающие методы контроля (НМК), или дефектоскопия, – это обобщающее название методов контроля материалов (изделий), используемых для обнаружения сплошности или однородности макроструктуры, отклонений химического состава и других целей, не требующих разрушения образцов материала и изделия в целом.

Основными областями применения НМК являются дефектоскопия особенно ответственных деталей и устройств (атомные реакторы, летательные аппараты, подводные и надводные плавательные средства, космические корабли и т.п.); дефектоскопия деталей и устройств длительной эксплуатации (портовые сооружения, мосты, краны, атомные электростанции, котлы, искусственные спутники Земли); непрерывная дефектоскопия особо ответственных агрегатов и устройств (котлы атомных, тепло- и электро- станций), контроль подземных выработок; проведения исследований структуры материалов и дефектов в изделиях с целью усовершенствования технологий.

Неразрушающие методы контроля обладают рядом преимуществ: испытания проводятся непосредственно на изделиях, которые будут применяться в рабочих условиях; испытания можно проводить на любой детали, предназначенной для работы в реальных условиях, если это экономически обосновано; испытания можно проводить на целой детали или на всех её опасных участках; неразрушающие методы контроля часто можно применять к детали в рабочих условиях, без прекращения работы; неразрушающие ме-

тоды контроля позволяют применить повторный контроль данных деталей в течении любого периода времени; при неразрушающих методах испытаний детали, изготовленные из дорогостоящего материала, не выходят из строя при контроле; большинство неразрушающих методов испытания кратковременны и требуют меньшей затраты человеко-часов, чем типичные разрушающие методы испытаний. Всеми этими достоинствами обладает предлагаемый метод дефектоскопии. Недостатками является следующее: испытания обычно включают в себя косвенные измерения свойств, не имеющих непосредственного значения при эксплуатации; испытания обычно качественные и редко количественные, обычно они не дают возможности измерения разрушающих нагрузок и срока службы до разрушения даже косвенно; обычно требуются исследования на специальных образцах и исследование рабочих условий для интерпретации результатов испытаний.

Основными средствами позволяющими выявить различного рода дефекты, являются акустические (ультразвуковые), капиллярные, магнитные, оптические, радиационные, электромагнитные и рентгеновские дефектоскопы [2].

Авторами предлагается способ выявления дефектов, основанный на фотографировании температурных полей объектов содержащих дефекты с помощью цифрового фотоаппарата. С помощью специальной экспериментальной установки (рис. 1) были получены цифровые фотографии нагретых объектов в диапазоне температур 600-1200 °С, при этом возможно применение ПЗС матриц для видимого спектра излучения.

В качестве объекта исследования использовалась пластина стали толщиной 1мм и габаритными размерами 80×80 мм, на которой предварительно были нанесены различного рода дефекты (рис. 2) [3]. После локального нагрева были сделаны серии снимков температурного поля пластины (рис. 3).

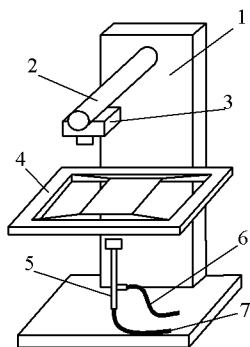


Рис. 1. Экспериментальная установка:

- 1 – основа; 2 – штатив; 3 – фотоаппарат; 4 – окно для установки; 5 – горелка;
6 – шланг подачи воздуха; 7- шланг подачи газа

Наиболее подходящим и удобным в использовании программным обеспечением для обработки цифровых фотографий полученного температурного поля выступает программная среда для выполнения инженерных и научных расчётов – *MathCAD*, которая обладает вложенными функциями обработки изображений [4]. С помощью данного программного пакета был реализован алгоритм который позволяет обработать изображения различных локальных тепловых полей объектов, а также выявить и проанализировать характер присутствующих в этих объектах дефектов.

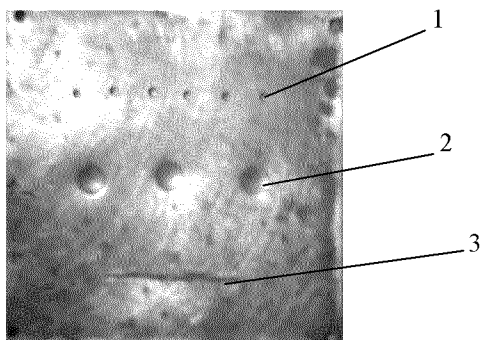


Рис. 2. Дефекты поверхности металла:
1 – точечный; 2 – раковина; 3 – канавка

В результате исследований были установлены формы кривых распределений значений яркостной температуры при нагревании этих объектов. По этим кривым можно судить о дефектах присутствующих на поверхности пластины, либо внутренних нарушениях однородности, по возникновению характерных пиков (впадин) на трёхмерной поверхности распределения яркостной температуры (рис. 4).

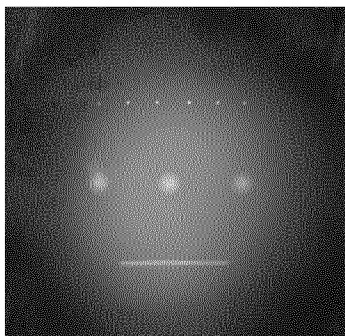


Рис. 3. Снимок температурного поля пластины

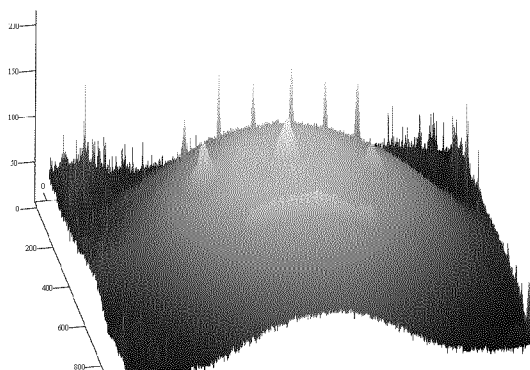


Рис. 4. Трёхмерная поверхность распределения яркостной температуры

Проведенные исследования показали, возможность применения цифровой фотографии для обнаружения дефектов различного рода объектов. Полученные с помощью цифровой фотографии изображения кроме решения задачи дефектоскопии, позволяют установить связи между теплофизическими свойствами данных исследуемых объектов и параметрами кривых распределений значений яркостной температуры. Знание этих параметров необходимо для разработки алгоритма получения точечных оценок температур с помощью промышленных пирометров. Исследования объектов проводились в диапазоне температур 600-1200 °С, что позволяет работать в видимом спектре излучения, в котором матрицы цифровых фотоаппаратов имеют высокую чувствительность. Дальнейшие исследования следует направить на расширение диапазона температур в область низких температур, ближе к спектру ИК излучения, в котором возможно применение другого класса матриц, воспринимающих ИК излучение. Необходимо произвести оценку метрологических характеристик цифрового фотоаппарата, то есть градуировку шкалы значений яркости объекта в значениях температуры объекта, исследовать влияние качества поверхности и её предварительной обработки, влияние промежуточной среды находящейся между объектом исследования и цифровым фотоаппаратом, а также влияние выдержки и диафрагмы фотоаппарата на параметры кривых распределений значений яркостной температуры.

Список литературы: 1. *Капевский И.Н.* Неразрушающие методы контроля: учеб. пособие/ И.Н. Капевский, Е.Н. Сальникова. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2007. – 243с. 2. *Клюев В.В.* Приборы для неразрушающего контроля материалов изделий. Том 1. – М.: Машиностроение, 1986. – 488с. 3. *Новокицева С.М.* Дефекты стали: Справ. – М.: Metallurgia, 1984. – 200с. 4. *Гурский Д.А., Турбина Е.С.* Вычисления в MathCAD12. – СПб.: Питер, 2006. – 544с.

Поступила в редколлегию 10.06.09