

персонал будет максимально заинтересован в эффективном, качественном и результативном выполнении своей работы [5]

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что побуждением к деятельности, с целью удовлетворения потребностей является мотивация. Мотивация осуществляется в несколько этапов:

1 этап – возникновение потребностей;

2 этап – выявление потребностей в сознании

3 этап – формирование мотива к деятельности, направленной на удовлетворение потребностей.

Грамотно выстроенная система мотивации способна значительно улучшить деятельность предприятия и укрепить его позиции на предпочтительной доле рынка.

### **Список информационных источников**

1. Мангутов И. С., Петров А. А. Менеджер организации. Типологический словарь-справочник: учеб. пособие / И. С. Мангутов, А. А. Петров. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 280 с.

2. Гришанина Н. В. Основы менеджмента / Н. В. Гришанина Г. С. Лопашина – М.: Юнити, 2004. – 425 с.

3. Волгин А. П. Управление персоналом в условиях рыночной экономики / А.П. Волгин. – М.:Юнити, 2006. – 541с.

4. Румянцева З. П. Менеджмент организации: учебное пособие / З.П. Румянцева, Н. А. Сагоматин, Р. З. Акбердин и др. – М.: Юнити – Дана, 2008. – 215с.

5. Управление персоналом организации: учебник/ под редакцией А.Я. Кибанова – М.: ИНФР, 2002. – 636с.

### **ТЕПЛОЙ КОНТРОЛЬ СКРЫТОЙ КОРРОЗИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЛНОВОГО НАГРЕВА**

*Плискин А.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*

*Ключевые слова:* тепловой контроль, скрытая коррозия, тепловые волны, светодиоды.

#### **Введение**

Благодаря своей универсальности, тепловой контроль (ТК) позволяет инспектировать металлические [1] и неметаллические

материалы, используя различные источники тепловой стимуляции с целью выявления дефектов различного происхождения и размеров.

### Контроль скрытой коррозии

Резервуары и контейнеры, в зависимости от габаритных размеров и типа хранящегося в них содержимого, изготавливают из стали различной толщины. Контейнеры для хранения низкоактивных радиоактивных отходов емкостью 200 литров обычно имеют толщину стенки 1 - 2 мм, в то время как резервуары для хранения нефтехимических продуктов объемом до 50 000 м<sup>3</sup> имеют толщину стенки 6 - 15 мм. В последнее время интерес вызывает использование мощных светодиодных панелей как источников тепловой стимуляции [2]. К преимуществу светодиодов можно отнести относительно слабые тепловые помехи, возникающие в ходе испытаний. Следует заметить, что эффективность однократного светодиодного нагрева существенно ниже, чем у традиционно используемых галогеновых ламп. Однако при циклическом или «волновом» светодиодном нагреве удастся контролировать металлические изделия толщиной до 6 мм. Длительность периода нагрева зависит от толщины контролируемого изделия и предполагаемой глубины залегания дефекта.

Для экспериментальных исследований теплового контроля стальных изделий были использованы образцы из стали толщиной 2 мм (Рисунок 1а) и 6 мм (Рисунок 1б), имитирующие стенки стальных емкостей различного применения. Искусственные дефекты задней стенки различной формы и глубины имитировали возможные типы скрытой коррозии. Поверхности образцов были окрашены темной матовой краской.



Рисунок 1 - Стальные образцы

Исследования эффективности однократного и циклического светодиодного нагрева были проведены на образце толщиной 6 мм.

Объектом обнаружения был выбран левый нижний дефект с уносом материала 4 мм (степень коррозии 57 %) и диаметром 40 мм. Критерием обнаружения являлось отношение сигнал/шум (SNR). Циклический нагрев изделия световыми импульсами формой профиля близкой к прямоугольной. Длительность импульса нагрева, определяемая по формуле:

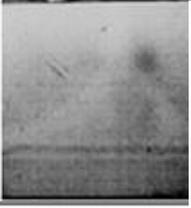
$$\tau = \frac{\mu^2 \times \pi}{\alpha}$$

напрямую зависит от глубины проникновения тепла/глубины залегания дефекта -  $\mu$ , м, и обратно пропорциональна  $\alpha$ , м/с<sup>2</sup> - температуропроводности испытываемого материала.

Инфракрасные термограммы исследуемого образца после обработки Фурье анализом, при длительности импульса нагрева 2, 4, 12 и 300 секунд и числе циклов нагрева 150, 75, 25 и 1 соответственно, приведены в Таблице 1.

Контрольный дефект выявлялся во всех экспериментах, однако, максимальная величина SNR=19,4 имела место при длительности периода 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. В целом, использование циклического нагрева позволило выявить 4 дефекта из 9, в то время как непрерывный нагрев обеспечил обнаружение только 2-х дефектов.

Таблица 1 – результаты теплового контроля 6-и мм стальной пластины

Нагрев, с (цикл)	300(1)	12(25)	4(75)	2(150)
ИК термограмма после Фурье анализа				
SNR (номер гармоники)	7.3(3)	13.9(25)	19.4(68)	4.7(150)

Графически зависимость выявляемости дефекта от длительности и мощности светодиодного нагрева приведена на Рисунке 2. Порог уверенного обнаружения дефекта установлен на уровне SNR = 3,5. Использование мощного и короткого нагрева от двух светодиодных панелей целесообразнее с точки зрения меньшего расплывания

температурных пятен при контроле материалов с высокой теплопроводностью. Две панели уже после 5 циклов нагрева позволяют получить  $SNR = 3$ , и после 10 циклов превысить порог обнаружения, что почти в 3 раза быстрее, чем при нагреве 1-й панелью.

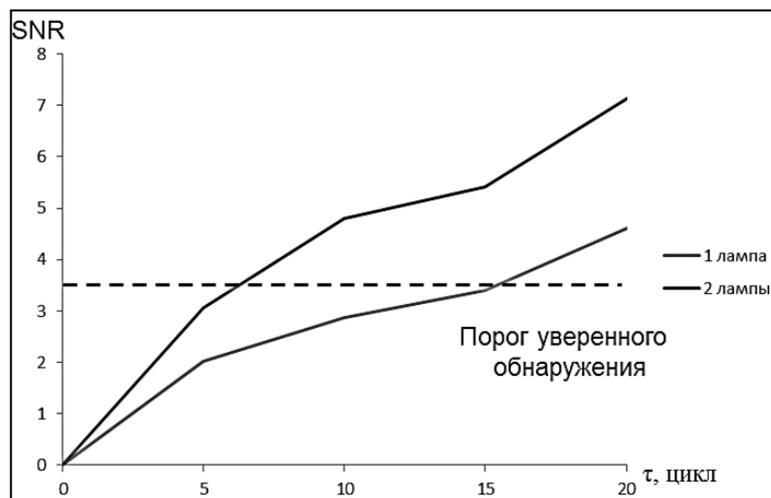


Рисунок 2 – Результаты контроля стальной пластины толщиной 6 мм с помощью 1-го и 2-х светодиодных нагревателей.

### Заключение

В ходе проведения исследований по выявлению скрытой коррозии в металлических пластинах различной толщины было установлено, что использование циклического нагрева позволяет существенно повысить уровень температурного сигнала над дефектом. Были определены пределы выявляемости локального уноса материала на задней стенке в металлических изделиях различной толщины от мощности и длительности светодиодного излучения.

### Список информационных источников

1. Установка и результаты активного теплового контроля коррозии в стальных цилиндрических контейнерах / Вавилов В.П., Нестерук Д.А., Ширяев В.В., Чулков А.О. // Дефектоскопия. - 2013 - №. 11. - С. 15-20
2. LED optical excitation for the long pulse and lock-in thermographic techniques / Pickering S.G. Chatterjee K. Almond D.P. Tuli S. // NDT and E International, -2013, Vol. 58, P. 72-77