

УДК 53.082.62

**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Д.И. Петров, А.А. Каратеев, студенты 5 курса магистратуры,
В.С. Большаков, студент 1 курса энергетического факультета
Научный руководитель – Е.В. Пудовкина
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный
технический университет»*

Ключевые слова: измерительная система; неразрушающий контроль; многослойное изделие; теплофизические свойства.

Работа посвящена разработке измерительной системы, позволяющей контролировать качество исследуемых двухслойных материалов и готовых изделий из них по теплофизическим свойствам.

На сегодняшний день при существующих условиях трудно представить себе хотя бы один из технологических процессов производства и эксплуатации сложных конструкций и сооружений, который бы не обходился без неразрушающего контроля (НК).

При создании приборов и систем НК используются современные технологии, такие, как математическое моделирование, информатика и другие. В режимы функционирования аппаратуры закладываются не только процессы мониторинга и зондирования, но и регистрации, обработки информации и сохранения в памяти результатов. Стала актуальной, как никогда, задача автоматизации расшифровки результатов контроля и оценки остаточного ресурса изделий.

За свою почти 80-летнюю историю сфера НК расширилась и охватила практически все отрасли промышленности. В металлургической, нефтяной, газовой, аэрокосмической, химической, на транспорте и других производственных отраслях, осуществляется переход от контроля технологических процессов изготовления и качества отдельных наиболее важных деталей к диагностике крупных узлов, механизмов, агрегатов, машин, а затем и их комплексов.

Среди приборов НК, предназначенных для решения проблем качества двухслойных изделий (толщины покрытия, различных нарушений сплошности и однородности материала, определение очагов коррозии, трещин, внутренних расслоений и других дефектов), наибольший интерес представляют приборы и системы неразрушающего теплового контроля с использованием источника тепла постоянной мощности, ко-

торые позволяют определять качество исследуемых двухслойных материалов и изделий из них по теплофизическим свойствам (ТФС) [1, 2].

Достоинства данных приборов и систем: сравнительная простота реализации; малое время, необходимое для проведения эксперимента.

В Тамбовском государственном техническом университете разработана измерительная система (ИС), которая может быть использована для тепловых испытаний при НК двухслойных изделий. Структурная схема ИС представлена на рис. 1.

ИС состоит из персонального компьютера (ПК), измерительно-управляющей платы (ИУП), измерительного зонда (ИЗ), регулируемого блока питания (БП). Зонд обеспечивает создание теплового воздействия на исследуемый образец с помощью нагревателя (Н), температура в заданной точке контроля фиксируется термоэлектрическим преобразователем ТП.

Мощность и длительность теплового воздействия встроенного в подложку ИЗ нагревателя Н задаются программно через интерфейс (И), контроллер К1, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и БП.

Сигналы с ТП и БП поступают через мультиплексор (П), усилитель (У), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), буфер обмена (Б) и интерфейс (И) в ПК. Сбор информации производится при нагреве исследуемого тела. ИС реализует алгоритмы управления режимами эксперимента, определения толщины и ТФС покрытий.

На рис. 2. представлена аппаратная реализация данной ИС.

При практическом использовании рассматриваемой системы измерительные операции осуществляют в следующем порядке.

1. ИЗ устанавливают контактной стороной на поверхность исследуемого объекта. Для уменьшения влияния контактных термических сопротивлений обеспечивается постоянная сила прижатия ИЗ к объекту исследования.

2. Получившуюся систему изделие–зонд необходимо некоторое время выдержать при одинаковой температуре для выравнивания температуры исследуемого объекта и ИЗ.

3. В момент времени, соответствующий началу активной стадии эксперимента, на нагреватель подают постоянную электрическую мощность, что позволяет с достаточной точностью задать постоянную во времени величину теплового потока $q = \text{const}$. Температура во внутренних точках и на поверхности объекта исследования через некоторое время после начала эксперимента начинает изменяться.

4. На протяжении всей активной стадии эксперимента выполняют измерения во времени значений температуры в точке контроля (цен-

тре нагревателя) и значений электрической мощности. Разностная ЭДС, полученная на дифференциальной термопаре, усиливается усилителем. Затем полученные сигналы преобразуются в АЦП и поступают на персональный компьютер для обработки информации в соответствии с математической моделью метода НК [3].

Величину теплового потока измеряют непосредственно по значению электрической мощности, подводимой к электронагревателю, и площади воздействия.

5. Выделяют рабочий участок и определяют его продолжительность.

Рабочий участок термограммы характеризуется регуляризацией тепловых потоков (тепловые потоки, проходящие через точки контроля, становятся практически постоянным). Этот участок термограммы будет описываться уравнением прямой [3, 4].

6. После завершения активной части эксперимента выключают нагреватель и производят обработку полученных данных.

7. Производят вычисление параметров модели, описывающих термограммы на рабочих участках [3, 4].

8. Определяют толщину или ТФС покрытия.

Таким образом, измерительная система НК двухслойных материалов и готовых изделий из них может быть использована для контроля качества (определения комплекса ТФС и толщины покрытий) на объектах различного назначения в условиях массового производства с применением современных информационных технологий.

Библиографический список:

1. Клюев, В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев и др.; Под. ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.

2. Жуков, Н.П. Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов и изделий. / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова // Монография. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 288 с.

3. Неразрушающего контроля качества двухслойных изделий / Пудовкина Е.В. // Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов: Сборник научных работ: в 2 т. Том 2. – Белгород: Изд-во ООО «ГиК» – 2011. – С. 333 – 347.

4. Неразрушающий контроль качества полимерных покрытий металлических изделий / Пудовкина Е.В., Антонов А.О., Майникова Н.Ф., Рогов И.В. // XIX Всероссийская научно-техническая конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике: тезисы докла-

дов. – М.: Издательский дом «Спектр», 2011. С.113 – 116.

MEASUREMENT SYSTEM NON-DESTRUCTIVE CONTROL OF TWO-LAYER MATERIALS

*D.I. Petrov, A.A. Karateev, 5 th year students of magistracy,
V.S. Bolshakov, 1th year students of energy faculty
Research supervisor – E.V. Pudovkina
«Tambov state technical university»*

Keywords: measuring system, thermal method, non-destructive control, multilayer product, thermophysical properties.

Abstract: The work is dedicated to the development of a measuring system to monitor the quality of study two-layer materials and finished products from them on thermophysical properties.

УДК 636.2

КЛАССИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНА

*А.В.Петрова, студентка 5 курса инженерного факультета
Научный руководитель – М.В. Сотников,
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»*

Ключевые слова: *сушка, тепловая обработка, классификация устройств, зерно*

Работа посвящена изучению процесса сушки зерна. В ходе проведения исследования была предложена классификация устройств для сушки зерна по различным, наиболее важным признакам.

В настоящее время на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях эксплуатируются различные зерносушилки, которые весьма разнообразны по конструкции сушильной камеры, режиму работы, способу сушки, технологической схеме сушки, состоянию зернового слоя, и другим признакам.

Основными приемами, используемые для сушки в таких зерносушилок являются: смешивание зерна различной влажности и температуры; кратковременный (быстрый) нагрев сырого (с целью его предва-