

*Е.В. Пудовкина**

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Сложность и большой объем экспериментальных исследований по определению качества, долговечности и надежности многослойных изделий требуют создания новых эффективных методов и средств контроля. Особое место среди них занимают методы и измерительные системы (ИС) неразрушающего контроля (НК), в частности методы и средства теплового анализа, позволяющие определять теплофизические свойства (ТФС) таких материалов, а также конструктивные размеры и дефекты готовых изделий после их изготовления и во время эксплуатации [1, 2].

Целью работы является создание ИС НК качества (толщины, различных нарушений сплошности и однородности материала, определение очагов коррозии, трещин, внутренних расслоений и других дефектов) металлических и пластиковых труб, котлов, сосудов, обшивок, многослойных конструкций. Решены следующие задачи: выполнен анализ методов и средств НК ТФС многослойных изделий; выбраны структурная схема ИС, конструкции измерительных зондов, измерительная схема метода НК с источником тепла постоянной мощности; исследованы методы НК многослойных материалов и изделий.

Научная новизна разработки заключается в применении новых методов, основанных на математических моделях распространения тепла в многослойных объектах контроля при локальной регуляризации тепловых потоков от действия источника тепла постоянной мощности. Применение новых методов, определение оптимальных режимных и конструктивных условий измерений позволят обеспечить быстроедействие и повышение точности при применении ИС для технической диагностики и НК качества оборудования жилищно-коммунального хозяйства.

Структурная схема измерительной системы, разработанной в Тамбовском государственном техническом университете и предназначенной для неразрушающего контроля качества покрытий, представлена на рис. 1.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н.П. Жукова.

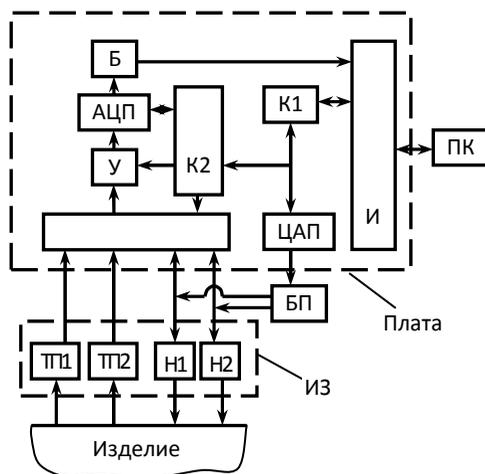


Рис. 1. Структурная схема измерительной системы

ИС состоит из персонального компьютера (ПК), измерительно-управляющей платы, измерительного зонда (ИЗ), регулируемого блока питания (БП).

ИЗ обеспечивает создание теплового воздействия на исследуемый образец с помощью нагревателей (Н1 и Н2). В качестве термоэлектрических преобразователей (ТП1, ТП2) используются дифференциальные термопары, горячий спай которых устанавливается в плоскости контакта ИЗ с исследуемым объектом, холодный спай устанавливаются на подложку измерительного зонда.

При измерениях ИЗ устанавливают контактной стороной на поверхность исследуемого объекта. Мощность и длительность теплового воздействия БП задаются программно через интерфейс (И), контроллер К1, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Сигналы с ТП1 и ТП2 поступают через мультиплексор (П), усилитель (У), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), буфер обмена (Б) и интерфейс (И) в ПК. Контроллер К2 обеспечивает необходимый порядок опроса каналов и различные диапазоны измерения на каждом из них. Сбор информации производится при нагреве исследуемого тела.

Измерительная схема метода представлена на рис. 2.

Первое тело представляет собой исследуемый образец, состоящий из двух слоев: первый слой с ТФС λ_1 , c_1 , ρ_1 ; второй с ТФС λ_2 , c_2 , ρ_2 (рис. 3). Толщина первого слоя – h_1 , второго – h_2 . Температура соприкасающихся поверхностей первого и второго слоя одинакова. Длина и ширина тела – L_1 и L_2 , соответственно. Второе тело – подложка ИЗ, выполненная из теплоизолятора, что обеспечивает направленное дви-

жение тепловых потоков на наружную поверхность конструкции и препятствует теплообмену в других направлениях. ТФС подложки ИЗ – λ_3, c_3, ρ_3 . Начальная температура первого и второго тел одинакова. В месте соприкосновения поверхностей тел с нагревателем осуществляется идеальный тепловой контакт.

Воздействие на исследуемое тело осуществляется с помощью нагревателя Н1 постоянной мощности q , выполненного в виде тонкого диска радиусом R , встроенного в подложку ИЗ.

Охранное кольцо (ОК) представляет собой нагреватель Н2, предназначенный для реализации одномерного температурного поля в исследуемом объекте.

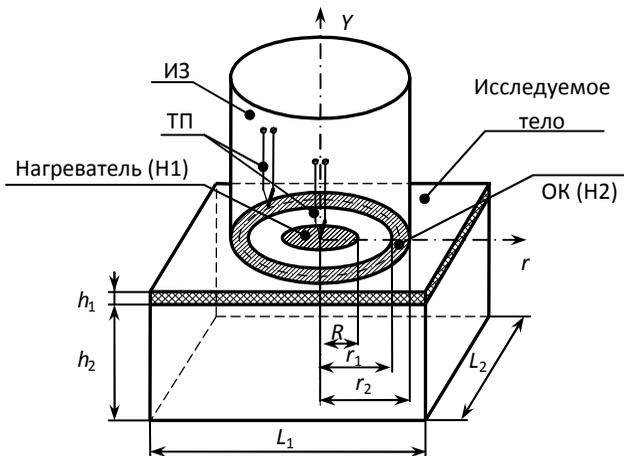


Рис. 2. Измерительная схема

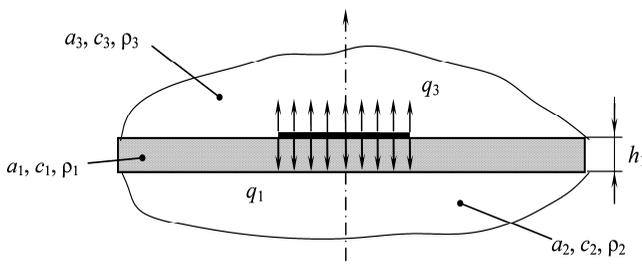


Рис. 3. Тепловая схема

ИС для НК многослойных материалов и готовых изделий из них может быть использована для определения комплекса ТФС и толщины металлических, полимерных, керамических и других покрытий на объектах различного назначения в условиях массового производства с применением современных информационных технологий, а также для оказания услуг НК качества технологической диагностики оборудования жилищно-коммунального хозяйства и других объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. Теоретическое обоснование теплового метода неразрушающего контроля двухслойных изделий / И.В. Рогов, Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, Н.В. Лунева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. – № 9(23) – С. 93 – 99.