

Составлено описание задачи, определены ее геометрия, свойства сред (рис.1), источник тепла, граничные и другие условия моделирования[1].

Результаты исследования, представленные на рис.2, свидетельствуют о реализации одномерного распространения тепла в локальной зоне полимерного покрытия, расположенной вблизи центра нагревателя.

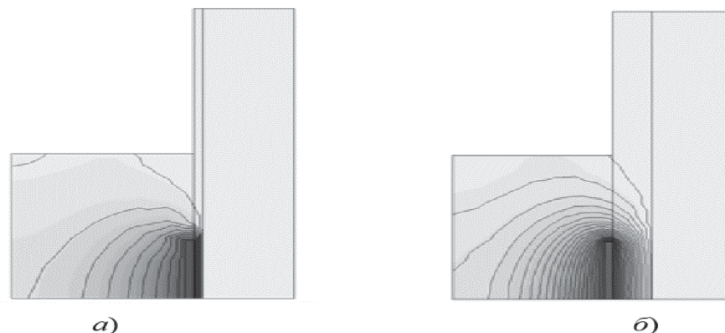


Рис. 2. Распределение температуры по толщине покрытия из теплоизолятора на металлическом основании: толщина покрытия 1 мм(а) и 5 мм (б)

Теоретическое обоснование контактного теплового метода контроля двухслойных изделий, сформулированное ранее с учетом оттоков тепла в материал подложки зонда, может быть применено и позволит с достаточной точностью определять толщину теплоизоляционного слоя объекта неразрушающим способом с помощью измерительной системы [2, 3].

Библиографический список

1. Моделирование теплопереноса в методе неразрушающего контроля двухслойных материалов / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов, А. О. Антонов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 506 – 511.
2. Визуализация температурных полей при нагреве полимерно-металлических изделий с теплоизоляционными покрытиями из пенополиуретана / Н.П.Жуков, А.А.Сычев, К.С.Хромый, А.Ю. Ярмизина // Потенциал современной науки, №6, – 2014. – С.14 – 19.
3. Жуков, Н.П. Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов и изделий / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова // М.: Машиностроение-1. – 2004. – 288 с.

Кузьяев Д.Р.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ ВИХРЕТОКОВЫМ МЕТОДОМ

ФГБОУ ВПО «ТГТУ», Россия, г. Тамбов
(damirkuzjaev@gmail.com)

Вихретоковой метод (ВТМ) контроля проводится с помощью вихретокового преобразователя (ВТП). В качестве ВТП используют одну или несколько катушек.

Работа ВТМ основана на взаимодействии электромагнитного поля ВТП с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой $W_в$ в электропроводящем объекте.

Электромагнитное поле этих токов воздействует на измерительную катушку $W_из$, наводя в ней ЭДС. Регистрируя напряжение можно получить информацию о свойствах и параметрах объекта контроля (ОК).

Комплексное вносимое напряжение на измерительную катушку ВТП с двумя катушками может быть определено по формуле [1]

$$U_{вн} = j \cdot \mu_0 \cdot W_г \cdot W_u \cdot \omega \cdot I \cdot R \cdot \pi \cdot \int_0^{\infty} \varphi_{ОК} \cdot e^{-xh} \times J_1\left(x \cdot \frac{R_г}{R_u}\right) \times J_1\left(x \cdot \frac{R_u}{R_г}\right) dx,$$

где $j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ – магнитная постоянная; $W_г, W_u$ – количество витков возбуждающей и измерительной обмотки; ω – круговая частота; $R = \sqrt{R_г R_u}$ – эквивалентный радиус ВТП; $R_г, R_u$ – радиус возбуждающей и измерительной катушки; $\varphi_{ОК}$ – функция влияния ОК; $h = \frac{h_г + h_u}{R}$ – обобщенный параметр, характеризующий расстояние между центрами катушек ВТП и поверхностью ОК; $h_г, h_u$ – расстояния от центра возбуждающей и измерительной катушки до поверхности ОК; $J_1\left(x \cdot \frac{R_г}{R_u}\right), J_1\left(x \cdot \frac{R_u}{R_г}\right)$ – функция Бесселя.

Для обеспечения требуемой чувствительности и точности метрологических характеристик используют ВТП с тремя катушками.

ВТП с тремя катушками состоит из двух измерительных (измерительная W_u и компенсационная W_k) и возбуждающей. Катушки W_u и W_k идентичны по параметрам и включены последовательно встречно, т.е. противофазно. Поэтому можно считать, что вносимое суммарное напряжение равно

$$U_{вн} = U_u - U_k.$$

При отсутствии объекта контроля вносимое напряжение равно нулю.

Зависимость сигналов преобразователя от параметров объекта и от режима контроля выражается годографами.

Вид годографа комплексного вносимого напряжения связан с параметрами возбуждающей, измерительной и компенсационной катушки (радиус, число витков, взаимное расположение и др.).

На рис.1 (а) показан годограф комплексного вносимого напряжения ВТП с двумя катушками, расположенного над ОК, от изменения обобщенного параметра функции влияния объекта контроля β , где $\beta_i = R_B \sqrt{\omega \cdot \mu_0 \cdot \mu_i \cdot \sigma_i}$ при разных зазорах между ВТП и ОК (от 1 до 4 мм).

На рис.1 (б) построен тот же годограф, что и на рис.1 (а), только в этом случае использовался ВТП с тремя катушками. Взаимосвязь выходного напряжения и влияющих факторов иная, чем у накладного ВТП с одной измерительной катушкой (рис.1 а). В связи с этим меняется годограф вносимого выходного напряжения системы катушек.

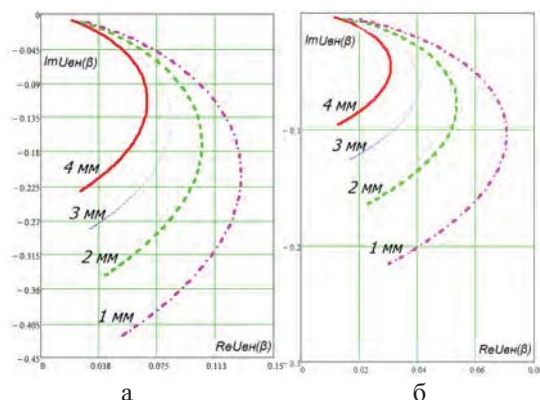


Рисунок 1–Годограф ВТП с двумя и тремя катушками над ОК от изменения β и h

Как видно из рис.1 (б), годограф имеет меньшее значение напряжения и больший угол, это связано с тем, что годограф для двух катушек имеет информацию как о параметрах ОК, так и о мешающих помехах.

Библиографический список

1. Клюев В.В. Неразрушающий контроль: Справочник: в 7 т. Под общ.ред. В.В. Клюева. Т.2: В 2 кн. – М.: Машиностроение, 2003. –с. 410.

Кузьяев Д.Р.

МЕТОД НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФГБОУ ВПО «ТГТУ», Россия, г. Тамбов
(damirkuzjaev@gmail.com)

Контроль толщины является важной операцией в технологии изготовления изделия, т.к. соответствие реальной толщины требованиям конструкторской и нормативно-технической документации является важным фактором обеспечения функционального назначения изделия в целом. Использование в измерительных устройствах вихревых преобразователей (ВТП) позволяет проводить автоматизированный контроль. Разработан метод контроля толщины слоев многослойного материала. Рассмотрим схему устройства, реализующего данный метод (рис. 1).

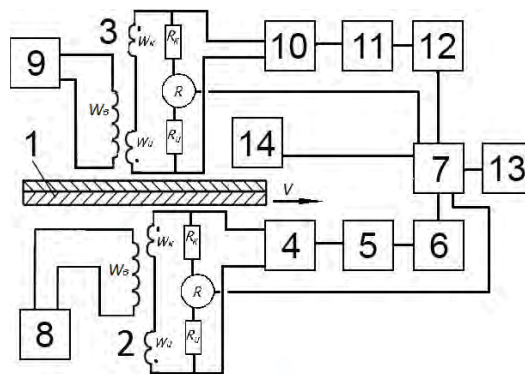


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Устройство состоит из контролируемого многослойного материала 1, двух идентичных ВТП 2 и 3, двух демодуляторов 4 и 10, двух усилителей 5 и 11, двух АЦП 6 и 12, микропроцессорного устройства 7, двух генераторов синусоидального напряжения 8 и 9, индикатора 13 и прибора для бесконтактного измерения скорости и температуры 14.

Метод осуществляется следующим образом. ВТП состоит из 3 катушек: возбуждающей W_b и двух измерительных (измерительная $W_{и}$ и компенсационная $W_{к}$). Возбуждающая катушка ВТП питается переменным напряжением на фиксированной частоте от генератора синусоидальных напряжений 8. Частота питания выбирается такой, чтобы эффективная глубина проникновения вихревых токов была больше, чем толщина измеряемого слоя. Синусоидальное напряжение, действующее в возбуждающей катушке, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем слое многослойного материала. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на измерительные катушки.

На измерительных катушках наводится некоторое напряжение, которое зависит от толщины измеряемого слоя, помех и наводимого напряжения от возбуждающей катушки.