

Библиографический список

1. Гынгазова Г.С., Миляев Д.В. Разработка измерителя длины немагнитных протяженных изделий вихретоковым методом. Информационно-измерительная техника и технологии: материалы III Научно-практической конференции/ Под ред. А.В. Юрченко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – с.172-183
2. Ключев В.В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х книгах. Под ред. В.В. Ключева. Кн. 2 – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. –352с.

Кузьяев Д.Р., Пудовкин А.П.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

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

Существует множество вариантов конструкции вихретоковых преобразователей (ВТП) для контроля различных объектов. Плоские многослойные материалы контролируются в основном накладными ВТП, состоящие из двух катушек [1, с. 410].

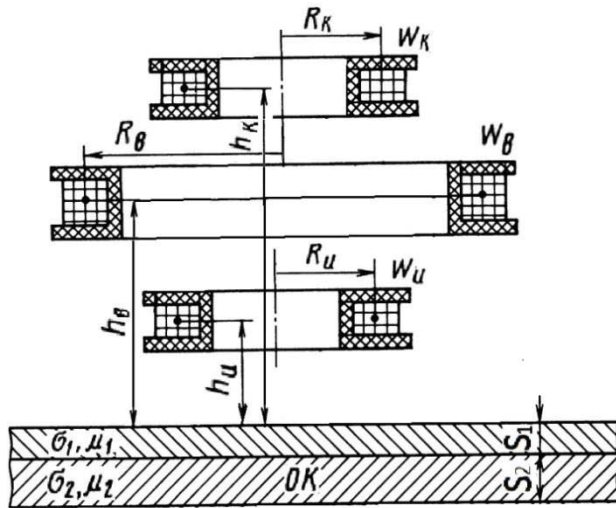


Рис. 1 Модель взаимодействия ВТП с ОК

В данной работе рассмотрим математическую модель взаимодействия ВТП, состоящего из трех катушек: возбуждающей W_b , измерительной W_u и компенсационной W_k , с объектом контроля (ОК). Катушки W_u и W_k идентичны по параметрам и включены последовательно встречно. Поэтому можно

считать, что вносимое суммарное напряжение равно

$$U_{вн} = U_{вн2} - U_{вн3},$$

где $U_{вн2}$ – вносимое напряжение на измерительной катушке; $U_{вн3}$ – вносимое напряжение на компенсационной катушке.

При отсутствии ОК вносимое напряжение равно нулю.

Комплексное вносимое напряжение ВТП определяется по формуле

$$U_{вн} = j \cdot \mu_0 \cdot W_в \cdot W_u \cdot \omega \cdot I \cdot R_1 \cdot \pi \cdot \int_0^{\infty} \varphi_{ок} \cdot e^{-xh_1} \times J_1\left(x \cdot \frac{R_в}{R_u}\right) \times J_1\left(x \cdot \frac{R_u}{R_в}\right) dx - \\ - j \cdot \mu_0 \cdot W_в \cdot W_k \cdot \omega \cdot I \cdot R_2 \cdot \pi \cdot \int_0^{\infty} \varphi_{ок} \cdot e^{-xh_2} \times J_1\left(x \cdot \frac{R_в}{R_k}\right) \times J_1\left(x \cdot \frac{R_k}{R_в}\right) dx,$$

где $j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная; $W_в, W_u, W_k$ – количество витков возбуждающей, измерительной и компенсационной катушки; ω – круговая частота; $R_1 = \sqrt{R_в R_u}$, $R_2 = \sqrt{R_в R_k}$ – эквивалентный радиус ВТП; $R_в, R_u, R_k$ – радиус возбуждающей, измерительной и компенсационной катушки; $h_1 = \frac{h_в + h_u}{R_1}$,

$h_2 = \frac{h_в + h_k}{R_2}$ – обобщенный параметр, характеризующий расстояние между центрами обмоток ВТП и поверхностью ОК; $h_в, h_u, h_k$ – расстояния от центра возбуждающей, измерительной и компенсационной катушки до поверхности объекта контроля; $J_1\left(x \cdot \frac{R_в}{R_u}\right)$ – функция Бесселя первого рода первого порядка.

Функция влияния ОК $\varphi_{ок}$ является наиболее важным параметром, который характеризует влияние параметров ОК на комплексное вносимое напряжение ВТП.

Контроль толщины проводящего покрытия (S_1) на проводящем основании является одним из наиболее сложных, так как приходится учитывать влияние множества параметров (частоту, магнитную проницаемость, электрическую проводимость, зазор и др.). Функцию влияния объекта контроля в этом случае можно определить по формуле [2, с. 97]:

$$\varphi_{ок} = \frac{(\mu_1 \cdot x - q_1) \cdot (\mu_2 \cdot q_1 + \mu_1 \cdot q_2) \cdot e^{T \cdot q_1} - (\mu_1 \cdot x + q_1) \cdot (\mu_1 \cdot q_2 - \mu_2 \cdot q_1) \cdot e^{-T \cdot q_1}}{(\mu_1 \cdot x + q_1) \cdot (\mu_2 \cdot q_1 + \mu_1 \cdot q_2) \cdot e^{T \cdot q_1} - (\mu_1 \cdot x - q_1) \cdot (\mu_1 \cdot q_2 - \mu_2 \cdot q_1) \cdot e^{-T \cdot q_1}}$$

где $q_i = \sqrt{x^2 - j \cdot \beta_i^2}$; $\beta_i = R_B \sqrt{\omega \cdot \mu_0 \cdot \mu_i \cdot \sigma_i}$ – обобщенный параметр; μ_i, σ_i – относительная магнитная проницаемость и удельная электрическая проводимость i -го слоя; $T = S_1/R_в$ – нормированная толщина покрытия.

Зависимость сигналов преобразователя от параметров объекта и от режима контроля выражается годографами, поскольку сигналы мо-

гут быть представлены векторами на комплексной плоскости напряжения.

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. – 688с.
2. Клюев В.В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х книгах. Под ред. В.В. Клюева. Кн. 2 – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. –352с.

Мордасов М.М., Савенков А.П.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ПРИ БЕСКОНТАКТНОМ КОНТРОЛЕ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ

*ФГБОУ ВПО «ТГТУ», Россия, г. Тамбов
(e-mail: savencow@yandex.ru).*

Оперативный контроль параметров технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции обеспечивает снижение доли брака, экономии материальных и энергетических ресурсов. Применение традиционных методов и устройств затруднено при контроле жидких веществ, отличающихся высокой адгезией или агрессивностью. Бесконтактные аэрогидродинамические методы измерения физических свойств жидкостей (вязкости, плотности и поверхностного натяжения) позволяют решать подобные проблемы [1, 2].

Бесконтактные аэрогидродинамические методы основаны на определении физических свойств по изменению геометрических параметров углубления, образованного газовой струей на поверхности контролируемой жидкости. Силовому действию газовой струи в установившемся режиме взаимодействия противодействуют выталкивающая сила F_p , пропорциональная плотности жидкости, и сила поверхностного натяжения F_σ . В динамическом режиме при изменении скорости газа в струе значимый вклад в силу сопротивления вносит также вязкость жидкости (сила F_η). В ходе исследований аэрогидродинамических методов требуется определять величины сил F_p , F_σ , F_η при различных формах углублений на поверхности жидкости. При этом наибольшие затруднения вызывает определение силы поверхностного натяжения F_σ , так как природа этой величины является наиболее сложной для понимания, а вычисления требуют знания кривизны поверхности раздела газовой и жидкой фаз, формулы для определения которой содержат производные второго порядка.