

БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОВОДЯЩИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А. А., Шибан Тамер
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
gorkunov@kpi.kharkov.ua

При эксплуатации оборудования в машиностроении возникает задача контроля состояния элементов конструкций, выполненных из цилиндрических металлических изделий. Особый интерес представляют методы, позволяющие бесконтактно проводить измерения нескольких параметров изделия [1-2].

С целью расширения функциональных возможностей за счет одновременного измерения трех параметров изделия предложен метод бесконтактного измерения параметров цилиндрических проводящих изделий, основанный на возбуждении в образце вихревых токов переменным магнитным полем фиксированной частоты и измерении амплитуды и фазы ЭДС вторичной обмотки преобразователя.

Вдоль образующей цилиндра пропускают возбуждающий ток по проводнику, расположенному над поверхностью изделия, и измеряют без испытуемого изделия значения ЭДС первой и второй пространственных гармоник магнитных потоков возбуждающего тока и при наличии изделия – ЭДС тех же гармоник пространственных магнитных потоков возбуждающего и вихревых токов в изделии, а также измеряют фазу ЭДС первой гармоники на проводниках, расположенных вдоль образующей цилиндра над его поверхностью в местах максимумов пространственных гармоник возбуждающего тока, т.е. на лучах

$$\varphi = \pm \pi/2n \quad (1)$$

где φ – угловая координата в цилиндрической системе, отсчитываемая от проводника с возбуждающим током; n – номер гармоники, причем по величине ЭДС первой гармоники и ее фазе, а также ЭДС второй пространственной гармоники определяют магнитную проницаемость, по значению ЭДС первой пространственной гармоники находят радиус изделия с последующим определением удельной электрической проводимости

Определение электромагнитных и геометрических параметров исследуемого изделия производится следующим образом.

Пропуская переменный ток от задающего генератора фиксированной частоты по возбуждающему проводнику, расположенному над поверхностью изделия (угловая координата $\varphi = 0$) первым вольтметром измеряют ЭДС первой пространственной гармоники на измерительных проводниках, расположенных над поверхностью изделия в координатах $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi$, а вторым вольтметром – ЭДС на измерительных проводниках с координатами $\varphi = \pi/2$ и $\varphi = -\pi/2$ второй пространственной гармоники преобразователя

без образца. Затем в преобразователь помещают исследуемый образец, при этом ток в возбуждающем проводнике поддерживают постоянной величины. Измеряют первым вольтметром ЭДС первой пространственной гармоники и вторым вольтметром – ЭДС второй пространственной гармоники преобразователя с образцом, а также фазометром измеряют фазовый угол Φ_1 первой пространственной гармоники по отношению к опорной фазе сигнала, которую получают с помощью катушки взаимной индуктивности. По измеренным ЭДС преобразователя определяют значения нормированных амплитуд первой и второй пространственных гармоник, т.е.

$$A_1 = E_1/E_{10}, \quad (2)$$

$$A_2 = E_2/E_{20}, \quad (3)$$

где E_{10}, E_{20} – ЭДС преобразователя без образца; E_1, E_2 – ЭДС преобразователя с образцом. Далее находят отношение нормированной амплитуды второй гармоники к квадрату первой. Затем по расчетным зависимостям для вычисленного значения A_2/A_1^2 и измеренного значения Φ_1 , определяют относительную магнитную проницаемость образца μ , после чего, пользуясь зависимостью Φ_1 от x , соответствующей найденному значению μ определяют обобщенный параметр x для значения Φ_1 . Для найденных значений μ и x по зависимости $K = A_1 \cdot d/a$ от x находят величину K , при этом радиус изделия

$$a = \frac{A_1 d}{K} \quad (4)$$

где d – расстояние от измерительного проводника до оси изделия, a – радиус изделия.

Подставляя найденные значения μ , x и a в выражение

$$\sigma = \frac{x^2}{\mu_0 \mu_r a^2 \omega} \quad (5)$$

определяют удельную электрическую проводимость, где μ_0 – магнитная постоянная, $\omega = 2\pi f$ – частота зондирующего поля.

Список литературы

1. Горкунов Б.М. Расширение функциональных возможностей электромагнитных преобразователей с пространственно-периодическими полями / Б.М. Горкунов, Н.Н. Сиренко, И.В. Тюпа, А.А. Тищенко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2015. – №19. – С. 15-20.

2. Безконтактний контроль стану дрітів електромереж. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А.А., Шібан Тамер // Збірник тез доповідей 5-ої науково-практичної конференції "Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання", 24-25 листопада 2015р., м. Івано-Франківськ, ЕІ, ІФНТУНГ. – 2015. – С.51-53.