



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18632 (13) U
(51) МПК (2006)
G01R 33/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) БЕЗКОНТАКТНИЙ МОДИФІКОВАНИЙ СПОСІБ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ НЕМАГНІТНИХ ВИРОБІВ СУМІСНО З ТЕМПЕРАТУРОЮ

1

2

(21) u200605519

(22) 22.05.2006

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. №11, 2006р.

(72) Себко Вадим Вадимович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Безконтактний модифікований спосіб контролю параметрів немагнітних виробів сумісно з температурою, який передбачає, що повздовж зразка створюють збуджуюче змінне магнітне поле, яке при проникненні його в зразок наводить вихрові ЕРС, під дією якої в зразку протікають вихрові струми, що створюють своє магнітне поле, яке геометрично додається до збуджуючого, і таким чином сумарне магнітне поле або магнітний потік викликає зміну сигналів вихорострумowego перетворювача, тобто вносиму ЕРС $E_{ВН}$ і її фазовий кут зсуву $\varphi_{ВН}$, які пов'язані з геометричними параметрами і питомим електричним опором ρ , який відрізняється тим, що діаметр d і питомий електричний опір ρ визначають сумісно з температурою, а також отримані універсальні функції перетворення, які зв'язують параметри виробу з сигналами вихорострумowego двообмоткового перетворювача, за допомогою яких знаходять: діаметр немагнітного виробу d ; питомий електричний опір ρ і температуру t за формулами:

$$d = d_n \sqrt{\frac{E_{ВН}}{E_0 \cdot N}}$$

$$\rho = \frac{E_{ВН} \cdot d_n^2 \cdot \mu_0 \cdot 2\pi \cdot f}{4 \cdot E_0 \cdot N_y}$$

$$t = \frac{1 + \alpha t_1}{\alpha} \left(\frac{E_{ВН} \cdot d_n^2 \cdot \mu_0 \cdot 2\pi \cdot f}{4 \cdot E_0 \cdot N_y \cdot \rho_1} - 1 \right) + t_1$$

де d_n - діаметр вимірювальної обмотки перетворювача; $E_{ВН}$ - вносима ЕРС вимірювальної обмотки перетворювача; E_0 - ЕРС перетворювача без виробу; N - параметр, який характеризує собою нормовану вносиму ЕРС; μ_0 - магнітна константа $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; f - частота магнітного поля; N_y - питома нормована ЕРС перетворювача на одиницю коефіцієнта заповнення; α - температурний коефіцієнт опору; ρ_1 - питомий електричний опір при температурі t_1 ; t_1 - нормована температура (як правило $t=20^\circ\text{C}$).

Корисна модель відноситься до неруйнівного контролю і перетворювальної техніки і може бути використаний в електромагнітній товщинометрії і термометрії, а також у структуроскопії. Відомі засоби вимірювання температури струмоподібних виробів, засновані на безконтактному оптичному контролі температури [1]. Це оптичні пірометри, які вимірюють енергію від нагрітого виробу, який випромінює електромагнітні хвилі. Вони мають недоліки, які полягають в тому, що температура вимірюється тільки на поверхні виробу, вимірювання може проводитись тільки в чистих середовищах, а також залежить від відстані до об'єкту контролю і якщо немає відкритого доступу до виробу, вони

взагалі не можуть бути використані для вимірювання.

Також є відомим двоохпараметровий спосіб [2] контактного сумісного контролю електромагнітних параметрів стрижня, заснований на проходженні електричного струму повздовж металевго стрижня і контролю падіння напруги на ньому і фазового кута цієї напруги.

Відносними перевагами цього способу є те, що за допомогою його можна спільно вимірювати магнітні і електричні параметри стрижня.

Недоліком даного способу є те, що без інформації про температуру електромагнітні параметри

UA (13)

18632 (11)

UA (19)

вимірюються з великою похибкою і взагалі можуть бути невизначені.

Найбільш близьким до заявленого з технічної сутності є спосіб [3] спільного вимірювання радіусу і електропровідності немагнітного виробу, який полягає в тому, що радіус і електропровідність знаходяться по прирощенням сигналів перетворювача відповідаючим дослідженному і стандартному виробам, що дає високу чутливість при визначенні обох параметрів.

Недоліком даного способу є складність технічної реалізації і відсутність відомостей про температуру немагнітних виробів.

Задача винаходу - підвищення точності сумісного визначення діаметру, питомого електричного опору немагнітного виробу, а також розширення функціональних можливостей контролю.

Задача вирішується шляхом використання електромагнітного перетворювача з двома обмотками і нагрівачем в середині якого знаходяться металевий немагнітний виріб, що нагрівається. Крім того, цей спосіб реалізується за допомогою створених двох універсальних функцій перетворення $N=f(\varphi_{вн})$ Фіг.1 і $N=f(\varphi_{вн})$ Фіг.2. Де N_y - питома вносима ЕРС перетворювача пронормована на ЕРС E_0 перетворювача без виробу, $\varphi_{вн}$ - фазовий кут зсуву ЕРС N . Причому

$$N = \frac{E_{вн} \cdot d_n^2}{E_0 \cdot d^2}, \quad (1)$$

де $E_{вн}$ - вносима ЕРС вимірювальної обмотки перетворювача, вона має назву $E_{вн}$, тому що з'являється тоді, коли в перетворювач вноситься зразок, d і d_n - діаметри виробу і вимірювальної обмотки. Для другої універсальної функції перетворення Фіг.2. ЕРС можна визначити як

$$N_y = N \cdot x^2, \quad (2)$$

де x - узагальнений параметр для немагнітного виробу

$$x = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mu_0}{\rho}}, \quad (3)$$

де d - діаметр стрижня; f - частота змінення магнітного поля; μ_0 - магнітна константа

$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; ρ - питомий електричний опір виробу.

Сутність способу електромагнітних вимірювань геометричних, електричних параметрів немагнітного виробу і його температури полягає в тому, що збуджуючий магнітний потік створює вихрові струми в середині об'єкту, які в свою чергу створюють свої вихрові магнітні потоки, які геометрично складаються зі збуджуючими потоками і таким чином реалізують сумарний магнітний потік, що наводить ЕРС $E_{вн}$ і її фазу $\varphi_{вн}$ у вимірювальній обмотці електромагнітного перетворювача, при цьому $E_{вн}$ і її фазовий кут зсуву $\varphi_{вн}$ залежить від діаметру, питомого електричного опору і температури немагнітного металевих виробу.

Методика вимірювання діаметру d , питомого електричного опору ρ і температури t , циліндричного струмопровідного виробу полягає в тому, що вимірюють безконтактне вносима ЕРС $E_{вн}$ і ЕРС E_0

перетворювача без виробу, а також фазовий кут зсуву $\varphi_{вн}$ між ЕРС E_0 і ЕРС $E_{вн}$. Потім по універсальній функції параметру N від $\varphi_{вн}$ (Фіг.1) знаходять цей параметр. Далі знаходять діаметр виробу з урахуванням (1) за формулою

$$d = d_n \sqrt{\frac{E_{вн}}{E_0 \cdot N}}, \quad (4)$$

Після цього, на основі другої функції перетворення $N_y = N \cdot x^2 = f(\varphi_{вн})$ (Фіг.2). Знаходять параметр N_y , який теж є питомою нормованою вносимою ЕРС на одиницю коефіцієнта заповнення η . Електричний параметр ρ визначають за формулою

$$\rho = \frac{E_{вн} \cdot d_n^2 \cdot \mu_0 \cdot 2\pi \cdot f}{4 \cdot E_0 \cdot N_y}, \quad (5)$$

якщо прийняти лінійну залежність ρ від температури t , то одержимо

$$\rho(t) = \rho_1 \left[1 + \frac{\alpha}{1 + \alpha t_1} (t - t_1) \right], \quad (6)$$

де t_1 - нормована температура (як правило $t_1 = 20^\circ\text{C}$), α - температурний коефіцієнт опору матеріалу виробу; ρ_1 - питомий електричний опір при температурі t_1 .

Прирівняв формулу (5) і (6) отримаємо величину температури із співвідношення

$$t = \frac{1 + \alpha t_1}{\alpha} \left(\frac{E_{вн} \cdot d_n^2 \cdot \mu_0 \cdot 2\pi \cdot f}{4 \cdot E_0 \cdot N_y \cdot \rho_1} - 1 \right) + t_1 \quad (7)$$

На Фіг.3 наведена схема пристрою, що реалізує спосіб. Установка містить в собі осцилограф 1, генератор 2 синусоїдальних сигналів, частотомір 3, робочий РП, компенсаційний КП і опорний ОП перетворювачі, нагрівач H , в середині якого знаходяться немагнітний циліндричний зразок 8, амперметр 4, вольтметр B 1-5, вольтметр $B2$ -6, фазометр 7. Первинні обмотки РП, КП і ОП з'єднані послідовно-узгоджено, а вимірювальні обмотки послідовно назустріч. При цьому РП, КП і ОП - три однакових двохобмоточних обмотки перетворювача. Осцилограф 1 служить для визначення форми напруги генератора 2. Частотоміром вимірюють частоту намагнічуючого струму I , який визначається, амперметром 4. Вольтметр 5 вимірює ЕРС $E_{вн}$, а вольтметр 6 визначає ЕРС E_0 , при цьому без зразка РП вольтметр 5 визначить $E_{вн} = 0$, а при розміщенні зразку в РП цей вольтметр визначить $E_{вн} \neq 0$. Нагрівач нагріває зразок в діапазоні температур від 20°C до 180°C . Зразок 3, є циліндричний металевий немагнітний виріб у якого відносна магнітна проникність $\mu_r = 1$. Фазометр 7 вимірює фазовий кут зсуву між ЕРС E_0 і ЕРС $E_{вн}$.

Експерименти показують, що спільні вимірювання діаметра d , питомого електричного опору ρ і температури t досліджуваного зразку підвищують точність вимірювання на 20%-30% у порівнянні з відомими способами і суттєво розширюють функціональні можливості контролю параметрів зразка, тому що до геометричних і електричних параметрів додається температура виробу при якій визначаються ці параметри.

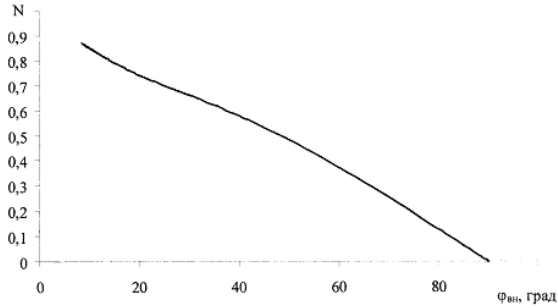
Джерела інформації:

1. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - С.320.

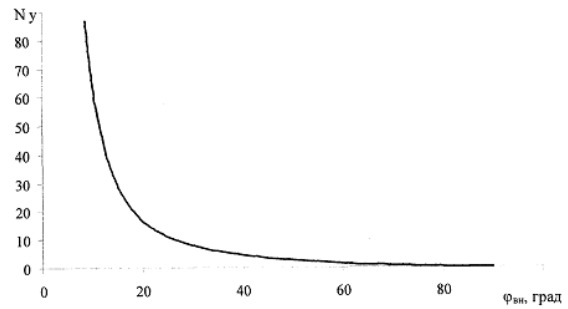
2. Себко В.П., Львов С.Г. Контактный метод определения электромагнитных параметров изде-

лий // Український метрологічний журнал. Харків: ДНВО «Метрологія». - 1998. - №2. С.33-34.

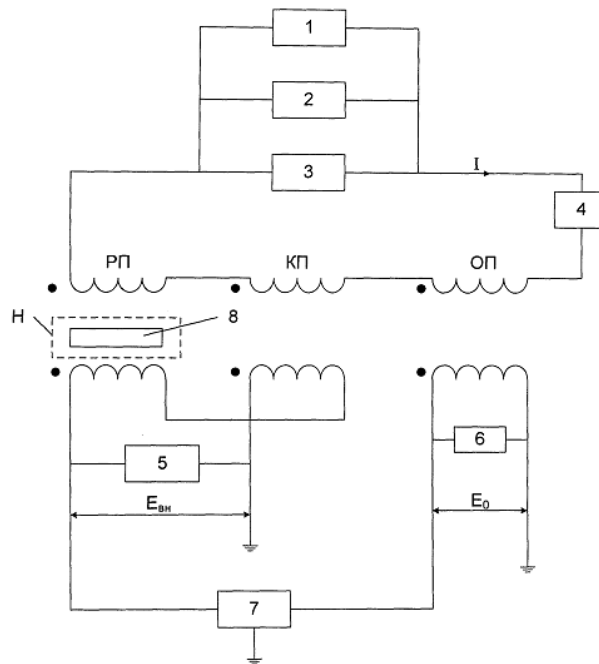
3. Себко В.П., Сомхива О.С. Дифференциальный двухпараметровый электромагнитный преобразователь для контроля радиуса и электропроводности цилиндрических изделий. Харків: Весник ХГПУ, вып. 24, 1999, С.121-127.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3