



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 77655

(13) C2

(51) МПК (2006)

G01N 27/80

G01R 1/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТНОЇ ПРОНИКНОСТІ В МАТЕРІАЛАХ КОНСТРУКЦІЙ

1

(21) 2002108399

(22) 23.10.2002

(24) 15.01.2007

(46) 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.

(72) Чаплигін Валерій Іванович, Шокарев Віктор Семенович, Дубовець Микола Оксентійович, Рудик Борис Андрійович

(73) ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "БІЛ"

(56) SU 246145, 11.06.1969

SU 246145, 11.06.1969

SU 1305587 A1, 23.04.1987

UA 98031186, 29.12.1999

RU 2073234 C1, 10.02.1997

(57) Електромагнітний спосіб визначення магнітної проникності в матеріалах конструкцій, який полягає в тому, що в матеріалі збуджують електромагнітне поле датчиком, який містить три скріплених паралельно один одному двополюсних магнітопроводів з розташованими на них обмотками збудження, який відрізняється тим, що використовують датчик, всі магнітопроводи якого виконані в формі частини кільця, обмотки збудження на крайніх магнітопроводах з'єднані послідовно-узгоджено і виходом підключені до першого дже-

2

рела змінного струму, обмотка збудження, яка розташована на середньому магнітопроводі, через змінний опір R з'єднана з другим джерелом змінної напруги, ідентичним першому джерелу змінної напруги, розташовують датчик на ділянці контрольного матеріалу, вимірюють спад напруги U_e

на опорі R , знімають датчик з ділянки, розташовують на його полюсах полюсами додатковий пристрій із трьох двополюсних магнітопроводів, конструктивно ідентичних трьом магнітопроводам датчика, які спільно утворюють кільцевий магнітопровід, змінюють струм I в обмотці збудження середнього магнітопроводу опором R , фіксують спад напруги на ньому U_m і струм I_m в момент рівності $U_m = U_e$, використовують величини U_e і I_m для визначення магнітної проникності μ_c матеріалу середнього магнітопроводу, яку використовують для визначення магнітної проникності μ_m матеріалу контрольованої ділянки.

Електромагнітний спосіб визначення магнітної проникності в матеріалах конструкцій належить до області неруйнівних електромагнітних способів контролю і може бути використаний для кількісного визначення її величини а також параметрів, які викликають її зміну, наприклад, механічних напруг, в матеріалах машин і інженерних конструкцій.

Відомий спосіб контролю зміни механічної проникності для оцінки залишкових напруг, який полягає в тому, що електромагнітний перетворювач вводять у взаємодію з контрольованою ділянкою матеріалу елемента конструкції, вибирають еталонну відстань від поверхні контрольованого матеріалу до полюсів перетворювача. При цьому багато разів вимірюють вихідний сигнал перетворювача, в режимі насичення і при фіксованому значенні напруги магнітного поля, а відстань від

перетворювача до поверхні контрольованого матеріалу вибирають з умови постійності вихідного сигналу перетворювача в режимі насичення. [Ас. СРСР №1305587, C0127/80. Б.І. №370487]

Спосіб має достоїнства, він дозволяє звести до мінімуму вплив змін хімічного складу матеріалу і повітряного зазору під полюсами перетворювача. Однак застосування тарованих графіків знижує точність визначення проникності по вихідному сигналу і параметрів, які впливають на її величину, наприклад, механічних напруг.

Найбільш близький з відомих способів, який полягає в тому, що в збуджують електромагнітне поле датчиком, який містить три скріплених паралельно один одному двополюсних магнітопроводів з розташованими на них обмотками збудження, підключеними до джерела змінного струму і вимі-

(13) C2

(11) 77655

(19) UA

ривальної, розташованої на середньому магнітопроводі і підключеної до пристрою вимірювання, вимірюють вихідний сигнал і по тарованому графіку визначають зміну магнітної проникності матеріалу або параметри впливаючих на проникність, наприклад, механічних напруг, [а.с. СРСР №223433, Кп. 42к, 45/03. Бюл. №24. 1968. Прото-тип.]

Спосіб має суттєвий недолік - він може бути використаний тільки при умові, що контрольований матеріал точно відповідає за хімічним складом еталонному матеріалу, використаному при таруванні, що практично виключено при великій кількості існуючих феромагнітних матеріалів. Використання тарованих графіків приводить до великих помилок навіть при контролі матеріалів, які повністю не відповідають еталонним. Вказані недоліки не дозволяють досягти високої точності контролю.

Задача винаходу - одержання технічного результату, який дозволяє підвищити точність визначення зміни магнітної проникності і параметрів, які викликають її зміну.

Технічний результат досягається тим, що при визначенні магнітної проникності в контрольованому матеріалі збуджують електромагнітне поле датчиком, який містить три паралельно скріплені відносно один одного магнітопроводи, виконаних у формі частини кільця, на яких розташовано по обмотці збудження, крайні обмотки ввімкнені послідовно-узгоджено і ввімкнені в перше джерело збудження, обмотка збудження середнього магнітопроводу через змінний опір ввімкнена у друге джерело збудження, аналогічне першому, розташовують датчик на контрольованому матеріалі, вимірюють спад напруги U_e на змінному опорі R , ввімкненому послідовно з обмоткою збудження середнього магнітопроводу, знімають датчик і розташовують на його полюсах - полюсами додаткові три магнітопроводи конструктивно аналогічні магнітопроводам датчика, які спільно створюють кільцевий магнітопровід, змінюють струм в обмотці збудження середнього магнітопроводу опором R , фіксують спад напруги на ньому U_m , в момент рівності $U_m = U_e$ визначають магнітну проникність

μ_m матеріалу середнього магнітопроводу по одній із відомих методик, яка відповідає магнітній проникності μ_e матеріалу.

Порівняльний аналіз технічного рішення, яке заявляється, з прототипом показує, що воно відрізняється тим, що використовують датчик всі магнітопроводи якого виконані у формі частини кільця, обмотки збудження на крайніх магнітопроводах ввімкнені послідовно-узгоджено і виходом ввімкнені в перше джерело збудження, обмотка збудження, розташована на середньому магнітопроводі, ввімкнена в друге джерело збудження, аналогічне першому, розташовують датчик на ділянці контрольованого матеріалу, вимірюють спад напруги U_e на опорі R , ввімкненому послідовно з обмоткою збудження середнього магнітопроводу, знімають датчик з ділянки і розташовують на його полюсах полюсами додатковий пристрій із трьох магнітопроводів, конструктивно аналогічних трьом магнітопроводам датчика, які спільно створюють кільцевий магнітопровід, змінюють струм в обмотці

збудження середнього магнітопроводу опором R , фіксують спад напруги на ньому U_m , в момент рівності $U_m = U_e$ використовують величину U_e для ви-

значення магнітної проникності μ_m матеріалу середнього магнітопроводу по одній із відомих методик. Магнітна проникність середнього магні-

топроводу відповідає магнітній проникності μ_e матеріалу ділянки. Це дозволяє вважати, що розроблене технічне рішення містить елементи новизни.

При пошуку в науково-технічних і патентних джерелах не виявлені технічні рішення, які містять відмінні ознаки технічного рішення, яке заявляється, тобто воно має суттєві відмінності.

На Фіг.1 наведена конструкція датчика.

На Фіг.2 - конструкція додаткового пристрою.

Спосіб визначення механічних напруг в феромагнітних матеріалах і пристрій для його здійснення виключаються в тому, що в контрольованому матеріалі збуджують електромагнітне поле [Фіг.1], датчиком, який містить три 1, 2, 3 скріплених паралельно один одному двополюсних магнітопроводів з розташованими на них обмотками збудження 4, 5, 6, всі магнітопроводи мають форму частини кільця, обмотки збудження 4, 6 на крайніх магнітопроводах 1, 3 ввімкнені послідовно-узгоджено і виходом ввімкнені в перше джерело збудження 7, обмотка збудження 5 на середньому магнітопроводі 2 ввімкнена у друге джерело збудження 3, аналогічне першому, розташовують датчик на ділянці контрольованого матеріалу 9, вимірюють спад напруги U_m на змінному опорі R , ввімкненому послідовно з обмоткою збудження 5 середнього магнітопроводу, знімають датчик з матеріалу, розташовують його на полюсах - додаткового пристрою, який складається із трьох паралельно розташованих магнітопроводів 10, 11, 12 [Фіг.2], які спільно з магнітопроводами 1, 2, 3 створюють кільцевий магнітопровід, змінюють струм в обмотці збудження 5 середнього магнітопроводу 2 опором R , фіксують спад напруги на ньому U_m в момент рівності $U_m = U_e$ визначають по одній із

відомих методик магнітну проникність μ_m матеріалу середнього кільцевого магнітопроводу, яка відповідає магнітній проникності матеріалу μ_e контрольованої ділянки.

При визначенні магнітної проникності може бути використана відома методика, наприклад, [Антипов Б.Л. і др. Матеріали електронної техніки. Навч. посібник для вузів. - м.М.: Вища школа. 1990.- 208с., с.158], яка дозволяє кількісно розрахувати значення проникності по формулі

$$\mu_m = \frac{r \sqrt{U_u^2 - U_e^2}}{n^2 f \mu_0 S} = \frac{B}{\mu_0 H}$$

де μ_0 - магнітна постійна, B ; H - індукція і напруженість магнітного поля, U_u ; f - напруга і частота джерела 8,

U_e - падіння напруги на опорі R при струмі I_e ,

S , r - відповідно площа поперечного розтину кільцевого середнього магнітопроводу 2 і його радіус.

Розроблений спосіб визначення магнітної проникності матеріалів конструкцій дозволяє значно підвищити точність, так як за рахунок використання двох джерел змінного струму 7, 8 виключено перерозподіл потоків Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 в магнітопроводах 1,2,3, а застосування додаткового пристрою [фіг.2] дозволяє визначити величину магнітної проникності матеріалу магнітопроводів 1,2,3 і контрольованого матеріалу 9 на основі відомих методик по розрахунку електромагнітних ланцюгів. Це дозволяє і визначити величину параметрів, які впливають на магнітну проникність, наприклад, механічних напруг δ , так як магнітний потік Φ_2 взаємодіє з контрольованим матеріалом 9 в локалізованій ділянці під середнім магнітопроводом 2. Згідно [Ті-

кадзумі С. Фізика ферромагнетизму. – М.: Мир. 1987.-419с.,с.252] зв'язок між магнітною проникністю μ_m і механічними напругами δ , визначається магнітопружним- ефектом:

$$\mu_m = \frac{2I_s^2}{\pi^2 \lambda \mu}$$

де I_s -намагніченість насичення матеріалу, яка

не залежить від δ , λ - коефіцієнт магнітострикції,

для слабкого поля $\lambda = \text{const}$

