



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52844 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 27/90

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВИХРОСТРУМОВИЙ СПОСІБ КОНТРОЛЮ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ

1

2

(21) u201003240

(22) 22.03.2010

(24) 10.09.2010

(46) 10.09.2010, Бюл.№ 17, 2010 р.

(72) ГОРКУНОВ БОРИС МИТРОФАНОВИЧ, ТЮПА ІГОР ВАСИЛЬОВИЧ, ТИЩЕНКО АННА АНАТОЛІІВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Вихрострумний спосіб контролю поверхневого зміцнення, що включає збудження у виробі вихрових струмів змінним магнітним полем, який

відрізняється тим, що виріб розміщують у змінне магнітне поле, яке збуджує поперечні вихрові струми, вимірюють внесену електрорушійну силу $E_{вн}$ та її фазу $\varphi_{вн}$, за якими визначають універсальний узагальнений параметр x , а за ним визначають глибину зміцненого шару δ металевого виробу за формулою:

$$\delta = \sqrt{2a} / x,$$

де a - радіус циліндричного виробу.

Запропонована корисна модель належить до засобів неруйнівного вихрострумного контролю і може бути використана для структуроскопії електропровідних матеріалів та виробів.

На сьогодні відомі два основні методи контролю фізико-механічних характеристик металевих виробів: руйнівні і неруйнівні. При визначенні фізико-механічних характеристик матеріалу за допомогою руйнівного контролю необхідно виконувати умови проведення випробувань, які викладені в стандартах або в інших нормативних документах [1]. Недоліком даного контролю є те, що він є тривалим процесом і приводить до руйнування зразка, що досліджується. Неруйнівний контроль усуває дані недоліки. В неруйнівному контролі фізико-механічних характеристик металевих виробів широко застосування знайшов вихрострумний метод, заснований на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля, створюваного вихрострумним перетворювачем (ВСП), який представляє собою індуктивні котушки, з електромагнітним полем вихрових струмів, які збуджуються в об'єкті контролю (ОК) змінним магнітним полем.

Теоретичною основою вихрострумної структуроскопії є наявність кореляційних зв'язків між електромагнітними характеристиками металів і їх хімічним складом або структурним станом. Відомий спосіб контролю електромагнітних параметрів виробів і на його основі визначення фізико-механічних властивостей виробів на підставі вимірювань питомої електричної провідності [2]. Такий спосіб контролю можна віднести до прототипу запропонованого способу.

Недоліком даного способу є те, що при контролі одного параметра інші заважають і їх вплив необхідно зменшувати, а також те, що питома електрична провідність залежить від температури ОК.

В основу корисної моделі поставлено завдання створити безконтактний вихрострумний метод контролю поверхневого зміцнення металевих виробів, який дозволяє вирішити задачу підвищення надійності контролю фізико-механічних характеристик поверхневих шарів електропровідних матеріалів.

Для вирішення поставленої задачі використовується вихрострумний спосіб контролю поверхневого зміцнення, що включає збудження у виробі вихрових струмів змінним магнітним полем. Виріб розміщують у змінне магнітне поле, яке збуджує поперечні вихрові струми, вимірюють внесену електрорушійну силу $E_{вн}$ та її фазу $\varphi_{вн}$, за якими визначають універсальний узагальнений параметр x , а за ним визначають глибину зміцненого шару δ металевого виробу за формулою:

$$\delta = \sqrt{2a} / x, \quad (1)$$

де a - радіус циліндричного виробу.

Алгоритм полягає у наступному: спочатку знаходять частоту f , яка відповідає конкретно заданій глибині зміцнення δ , яка визначена для заданого зразка з формули:

$$\delta = \sqrt{2 / (\mu_0 \mu_r \sigma \omega)}, \quad (2)$$

де μ_0 - магнітна постійна $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

μ_r - відносна магнітна проникність;

(13) U

(11) 52844

(19) UA

σ - питома електрична провідність;

ω - циклічна частота, $\omega = 2\pi f$.

Звідки

$$f = 1 / \sqrt{\mu_0 \mu_r \sigma \delta^2} \quad (3)$$

Після чого, використовуючи [3], визначаємо внесену електрорушійну силу $E_{вн}$:

$$E_{вн} = \sqrt{E_2^2 + E_{20}^2 - 2E_2 E_{20} \cos \varphi_2}, \quad (4)$$

де $E_2 = \eta \mu_r K E_{\Sigma 0}$,

η - коефіцієнт заповнення, $\eta = a^2 / a_n^2$;

a_n - радіус вимірювальної обмотки ВСП;

K - параметр, значення якого знаходять з функціональної залежності;

$$E_{\Sigma 0} = 1,1 f W_{вим} \pi \left(\frac{a_n}{2} \right) \mu_0 \frac{I W_{нам}}{\ell_n},$$

$W_{вим}$, $W_{нам}$ - кількість витків вимірювальної і намагнічуючої обмоток ВСП;

ℓ_n - довжина намагнічуючої обмотки ВСП;

I - намагнічуючий струм;

$E_{20} = \eta E_{\Sigma 0}$;

φ_2 - різниця фаз між магнітними потоками в зразку і магнітним потоком в зазорі між вимірювальною обмоткою ВСП і зразком, яка співпадає з різницею фаз між E_2 і E_{20} , значення якої знаходять з функціональної залежності

$\varphi_2 = f(x)$.

Далі визначимо фазовий кут $\varphi_{вн}$, скориставшись формулою [3]:

$$\cos \varphi_{вн} = \frac{E_{вн}^2 + E_{20}^2 - E_2^2}{2E_{вн} E_{20}}. \quad (5)$$

На кресленні зображена функціональна схема пристрою для контролю глибини зміцненого шару металевих виробів, яка містить послідовно сполучені генератор 1, ВСП 2, амплітудний детектор 3, компаратор 4, блок керування роботою зміцнювального пристрою 5. Крім того, пристрій містить фазовий детектор 6, вхід якого підключений до виходу ВСП 2, а вихід сполучений з першим входом компаратора 7, вихід якого сполучений з другим входом блоку керування роботою зміцнюваль-

ного пристрою 5, і задатчик амплітуди та фази 8, виходи якого підключені на другі входи компараторів 4 і 7.

Принцип дії пристрою полягає в наступному: напруга з генератора 1 поступає на ВСП 2, далі сигнал з виходу ВСП поступає на амплітудний 3 і фазовий 6 детектори для виділення сигналів пропорційних $E_{вн}$ і $\varphi_{вн}$ відповідно, які поступають на перші входи компараторів 4 і 7. На другі входи компараторів поступають опорні сигнали з задатчика 8, значення яких раніше розраховані за формулами (4) і (5). Як тільки сигнали за амплітудою на блоці 4 і за фазою на блоці 7 зрівняються із заданими опорними (розрахованими) значеннями амплітуди та фази, спрацює блок керування роботою зміцнювального пристрою 5 і відключить його, тобто припиниться процес зміцнення. Таким чином, можна зробити висновок про те, що контрольована глибина зміцненого шару металевого виробу стала відповідати заданій.

Технічним результатом є те, що даний спосіб більш ефективний в реалізації, значно підвищує точність і надійність контролю за рахунок вимірювання двох параметрів, скорочує час контролю і дає можливість проводити автоматизований процес контролю зміцнення виробів.

Джерела інформації

1. ГОСТ 2999-75. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу. - Введ. 01.07.1976 (изм. 23.06.2009).

2. Хайлов А.Н., Пенькова Т.Н., Бакунов А.С., Мужичкий В.Ф., Преснов Н.Д., Агальцов В.И. Неразрушающий контроль механических характеристик алюминиевых сплавов по удельной электрической проводимости. - Дефектоскопия, 2006, №7, с. 3-14.

3. Горкунов Б.М., Тюпа И.В. Вихретоковый двухпараметровый контроль ферромагнитных цилиндрических изделий. - Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». - Харьков. НТУ „ХПИ“, 2004, №5, с. 93-99.

