



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

197 383

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 29 12 72
(21) PV 9032-72

(51) Int. Cl.³ G 01 N 27/00

(40) Zveřejněno 31 08 79
(45) Vydáno 01 6 82

(75)
Autor vynálezu HRUŠKA KAREL ing., BRNO

(54) Způsob zjišťování mechanických vlastností feromagnetických materiálů
nedestruktivní metodou a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu zjišťování mechanických vlastností feromagnetických materiálů nedestruktivní metodou a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosud používané způsoby měření mechanických vlastností feromagnetických materiálů spočívají v tom, že se provádějí měření mechanických vlastností při destrukčních zkouškách vybraných reprezentativních vzorků. Proto se ve výrobě často zpracuje materiál, jehož mechanické vlastnosti neodpovídají předepsaným požadavkům, a dochází v důsledku toho k poruchám a haváriím.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob zjišťování mechanických vlastností feromagnetických materiálů nedestruktivní metodou podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že feromagnetický materiál se zmagnetuje magnetickým polem, buzeným napětím se sinusovým průběhem a měří se amplitudy a fáze harmonických složek napětí indukovaného deformovaného magnetického pole pomocí rozvinutí časového průběhu intenzity magnetického pole z hysterezní smyčky koeficienty Fourierovy řady, načež se srovnávají vztahy mezi těmito veličinami a veličinami získanými u normálového vzorku o známých mechanických vlastnostech.

Zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu sestává ze členu pro magnetizaci feromagnetického materiálu a snímací cívky, připojené na harmonický analyzátor, přičemž snímací cívka je induktivně vázána s feromagnetickým materiálem.

Způsob měření a zařízení k jeho provádění podle vynálezu umožňují měřit mechanické vlastnosti feromagnetického materiálu, ať již jde o zjištění meze klusu, pevnosti v tahu,

197 383

tvrdosti, meze pružnosti, bez jeho porušení. Měření lze provádět s dostačující přesností, asi 5 %, a to nikoliv jen na několika reprezentativních vzorcích, ale dokonce i na hotových výrobcích.

Příklad provedení zařízení ke zjišťování mechanických vlastností feromagnetických materiálů nedestruktivní metodou podle vynálezu je znázorněn na připojeném výkrese.

Člen 1 pro magnetizaci feromagnetického materiálu 4 je generátor sinusového napětí, na jehož výstupu je magnetovací cívka 5. Feromagnetický materiál 4 je umístěn v blízkosti magnetovací cívky 5, nejlépe uvnitř magnetovací cívky 5. Zařízení je dále opatřeno snímací cívkou 2, jejíž vývody jsou připojeny na vstup harmonického analyzátoru 3. Snímací cívka 2 je umístěna v blízkosti magnetovací cívky 5 a feromagnetického materiálu 4. U nejvýhodnějšího řešení jsou magnetovací cívka 5 a snímací cívka 2 souosé.

Feromagnetický materiál 4 neznámého vzorku se smagnetuje magnetickým polem vytvářeným v magnetovací cívkce 5 napětím se sinusovým průběhem buzeným členem 1 pro magnetizaci feromagnetického materiálu 4. Feromagnetickým materiálem 4 deformované magnetické pole se snímá snímací cívkou 2 a v ní indukované napětí nesinusového průběhu se přivádí na vstup harmonického analyzátoru 3, kterým se směří amplitudy a fáze harmonických složek napětí indukovaného ve snímací cívkce 2. Veličiny takto získané se srovnají s veličinami dříve zaměřeného normálového vzorku o známých mechanických vlastnostech.

U vynálezu je využito závislosti magnetických veličin závislých na tvaru hysterzní smyčky na způsobu a dokonalosti krystalické stavby feromagnetického materiálu 4, a tím také na jeho mechanických vlastnostech. Tvar hysterzní smyčky lze vyjádřit trigonometrickou řadou, neboť cyklická změna magnetické indukce vymezuje plochu úměrnou ztrátě energie ve feromagnetickém materiálu 4. Neharmonický průběh magnetického pole ve feromagnetickém materiálu 4, který smyčka vyjadřuje, lze analyzovat. Stejně tak při průchodu magnetického pole se sinusově proměnnou indukcí feromagnetickým materiálem 4 se časový průběh intenzity magnetického pole deformuje na periodickou neharmonickou funkci.

Rozvinutím časového průběhu intenzity magnetického pole z hysterzní smyčky lze obdržet sinové a kosinové členy Fourierovy řady podle rovnice:

$$H(t) = A_1 \sin \omega t + A_3 \sin 3\omega t + A_5 \sin 5\omega t + \dots + A_n \sin(2n-1)\omega t + B_1 \cos \omega t + B_3 \cos 3\omega t + B_5 \cos 5\omega t + \dots + B_n \cos(2n-1)\omega t,$$

kde

$A_1; A_3; \dots A_n$ jsou sinové složky amplitud vyšších harmonických intenzity magnetického pole,

$B_1; B_3; \dots B_n$ jsou kosinové složky amplitud vyšších harmonických intenzity magnetického pole,

$\dots$ je úhlová frekvence magnetujícího pole.

Tento průběh je souměrný k ose x a obsahuje pouze liché členy. Koeficienty se vypočítou podle rovnice

$$A_{2n-1} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} H(t) \sin(2n-1) \omega t dt,$$

$$B_{2n-1} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} H(t) \cos(2n-1) \omega t dt,$$

kde

A_{2n-1} ... jsou liché sinové koeficienty Fourierova rozvoje deformovaného magnetického pole,

B_{2n-1} ... jsou liché kosinové koeficienty Fourierova rozvoje deformovaného magnetického pole,

H ... je intenzita střídavého magnetického pole.

Současné časové rozvinutí průběhu magnetické indukce a intenzity magnetického pole ve feromagnetickém materiálu 4 vyhodnotí jejich vzájemné posunutí $\varphi = \omega t$.

Za počátek souřadné soustavy se volí okamžitá hodnota intenzity magnetického pole při okamžité hodnotě magnetické indukce ($b = 0$). Tomuto bodu je v komplexní rovině přiřazován průsečík spodní větve hysterzní smyčky s osou intenzity magnetického pole nebo nulová hodnota napětí ve snímací cívkce 2 při použití sinusové magnetizace feromagnetického materiálu 4. Další body se volí po 30° časového průběhu v jedné periodě. Jsou dány souřadnicemi hlavních bodů hysterzní smyčky.

Vyjádření koeficientů Fourierovy řady Rungeho metodou za použití rovnic

$$a_{2n-1} = \frac{2}{p} \sum_{k=1}^p y_k \sin(2n-1)k \frac{2\pi}{p},$$

$$b_{2n-1} = \frac{2}{p} \sum_{k=1}^p y_k \cos(2n-1)k \frac{2\pi}{p},$$

kde y_k - je velikost funkční hodnoty $F = H(t)$ pro k -tý bod,

p - je počet dílků, na které je jedna perioda rovnoměrně rozložena,

lze obdržet sinové a kosinové koeficienty vyšších harmonických.

Hlavní body hysterzní smyčky lze snímat pomocí univerzální šablony, kde magnetické indukci nasycení odpovídá jednotlivá délka, a další body jsou na ose magnetické indukce snímány v poměru 1 ku 0,866 a 1 ku 0,5, což odpovídá časovému dělení po 30° .

Souřadnice hlavních bodů hysterzní smyčky se použijí jako vstupní hodnoty pro samočinný počítač, který koeficienty podle jednoduchého programu vypočítá.

Harmonický analyzátor 3, na jehož vstup se přivádí napětí indukované neharmonicky se měnícím magnetickým polem ve feromagnetickém materiálu 4 při jeho sinusovém buzení, udá

koefficienty přímo v ortogonálních souřadnicích.

Velikosti jednotlivých sinových a kosinových členů Fourierovy řady a jejich součtů jsou v lineárním vztahu k tvrdosti materiálu H_B , pevnosti v tahu σ_{pt} , mezí klusu σ_{kt} a mezí pružnosti σ_{Bt} , kterýžto vztah lze pro určitou materiálovou třídu zpracovat tabulárně nebo graficky.

Porovnáním velikostí koefficientů měřeného feromagnetického materiálu 4 a koefficientů normálového vzorku lze tedy změřit uvedené mechanické vlastnosti feromagnetického materiálu 4.

Způsobu zjišťování mechanických vlastností feromagnetických materiálů a zařízení k provádění tohoto způsobu lze využít nejen pro zjištění vlastností výchozího feromagnetického materiálu ve výrobě, ale i při kontrole již vyrobených výrobků.

PŘEDMĚT VÝNÁLEZU

1. Způsob zjišťování mechanických vlastností feromagnetických materiálů nedestruktivní metodou, vyznačující se tím, že feromagnetický materiál se smagnetuje magnetickým polem buzeným napětím se sinusovým průběhem a měří se amplitudy a fáze harmonických složek napětí indukovaného deformovaného magnetického pole pomocí rozvinutí časového průběhu intenzity magnetického pole s hysterzní smyčky koefficienty Fourierovy řady, načež se srovnávají vztahy mezi těmito veličinami a veličinami získanými u normálového vzorku o známých mechanických vlastnostech.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačující se tím, že sestává ze členu (1) pro magnetizaci feromagnetického materiálu (4) a snímací cívky (2), připojené na harmonický analyzátor (3), přičemž snímací cívka (2) je induktivně vázána s feromagnetickým materiálem (4).

