



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29261 (13) U
(51) МПК (2006)
G01R 33/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ МАГНІТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛУ

1

2

(21) u200709272

(22) 14.08.2007

(24) 10.01.2008

(72) ШАХУНЯНЦЬ ВІТАЛІЙ ЯКОВИЧ, UA

(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА
ПРОМИСЛОВОСТІ, UA

(56)

(57) Пристрій для вимірювання динамічних
характеристик матеріалу, який містить у

вимірювальній схемі активний опір, амперметр, інтегруючий ланцюг (складається з опору та ємності), електронний осцилограф (осцилоскоп), який **відрізняється** тим, що він додатково містить датчик з феритовим осердям, індикаторною й намагнічувальною обмотками, які розташовані на осердді датчика, підсилювачами низької та високої частот, а блок забезпечення перемінною напругою виконаний у вигляді звукового генератора.

Пристрій призначений для виміру динамічних магнітних характеристик матеріалу, дослідження властивостей та характеристик індукційних датчиків неруйнівного контролю.

Відомий пристрій виміру динамічних магнітних характеристик феромагнітних матеріалів, де випробуваний кільцевий зразок, з двома обмотками (перша з них - намагнічувальна, а друга - вимірювальна), підключені у вимірювальний ланцюг осцилографу; вимірювальна схема містить активний опір r_0 , активний опір r ємності C , а також джерело перемінної напруги [література: 1 - Електричні виміри. Під ред. Шрамкова Е.Г. - М.: Вища школа. 1972.; 2 - Електричні виміри. Під ред. Фремке А.В. і Душина Е.М. - Ленінград: Енергія. 1980].

По сукупності істотних ознак, як прототип, прийнятий пристрій має: джерело перемінного струму, активний опір, амперметр, випробуваний зразок, на якому розташовані обмотки, одна з котрих намагнічує зразок, а друга виконує індикаторну функцію; інтегруючий ланцюг, який складається з опору та ємності, електронного осцилографу (осцилоскопу), [див. Л. 1]. Однак цей пристрій має низку недоліків, а саме: для досягнення точності вимірів використовується кільцевий зразок випробуваного матеріалу, що вимагає тривалого часу для підготовки до вимірів великої кількості зразків через додаткову трудомісткість нанесення обмоток на кожен зразок. Для багатьох випадків вимірів динамічних магнітних характеристик необхідно мати пристрій, що дозволяв би вимірювати магнітні властивості

не тільки великої кількості зразків не кільцевої форми, але і властивості спеціальних індукційних датчиків; звільнившись від великої трудомісткості накрутки обмоток на випробувані зразки.

Суть корисної моделі складається в створенні ефективного пристрою для визначення динамічних магнітних властивостей як матеріалу так і датчика.

Поставлена задача реалізується за рахунок того, що намагнічувальна та індикаторна обмотки, що у прототипу були розташовані на досліджуваному зразку, розміщені на феритовому осердді індукційного датчика.

На фігурі 1 надана схема датчика, де:

1 - осердя датчика П-подібної чи підковообразної форми,

2 - корпус датчика,

3 - випробуваний зразок,

w_1 - обмотка, що намагнічує,

w_2 - індикаторна обмотка.

Обмотки намотані на осердя датчика біфлярно друг до друга. Накладний індукційний датчик установлений на поверхню випробуваного зразка (із шорсткістю поверхні $R_a 1,25 \div 0,63$) при забезпеченні відсутності повітряного зазору, вмикають в мережу пристрою. Магнітне насичення осердя датчика (фериту) відбувається при відносно низьких значеннях напруженості магнітного поля, чим необхідного для насичення випробуваного матеріалу (феромагнітної сталі), тому магнітні властивості матеріалу осердя не впливають на петлю гістерезиса зразка.

Виміри проводять при умовах:

- петлі гістерезиса осердя датчика і

(13) U

(11) 29261

(19) UA

випробуваного матеріалу накладають один до одного по координатних осях зі сполученням початку відліку (крапки перетинання осей);

- матеріал осердя, для зняття магнітної характеристики (петлі гистерезиса), доводять до магнітного насичення при його установці на пластину з фериту тієї ж марки;

- магнітна характеристика випробуваного матеріалу знімається при установці датчика без повітряного зазору на зразок матеріалу.

Схема пристрою для вивчення петлі гистерезиса випробуваного матеріалу, надана фігурою 2, де:

ЗГ - звуковий генератор, який є джерелом енергії;

R_0 - активний опір;

A - амперметр;

індукційний датчик, встановлений на випробуваний зразок, з обмотками w_1 намагнічувальною та w_2 індикаторною;

R_u та C_u - інтегруючий ланцюжок сигналу індикаторної обмотки датчика;

1-2 - перемикач інтегруючого ланцюжка;

ПНЧ та ПВЧ - підсилювачі низької та високої частот;

OS - осциллограф з пластинами вертикальними Y та горизонтальними X.

Зразок знаходиться у контакті з накладним індукційним датчиком у магнітному полі, отвореному обмоткою датчика w_1 , що намагнічує.

Для вивчення петлі гистерезиса випробуваного матеріалу звуковий генератор ЗГ, через опір R_0 , дає напругу на первинну обмотку що намагнічує, розташовану на П-подібній частині осердя датчика. Вторинна індикаторна обмотка w_2 датчика містить інтегруючий ланцюжок $R_u C_u$. Магнітний потік, порушуваний первинною обмоткою w_1 датчика, замкнений на випробуваний зразок.

Звуковий генератор, як блок забезпечення перемінною напругою, дозволяє вибирати будь яку частоту і різне значення напруги для живлення катушки, що намагнічує. Магнітний потік, порушуваний катушкою, що намагнічує, замикається у магнітопроводі датчика випробуваним зразком. Датчик при вимірах ставлять без зазору на поверхню зразка.

Зразок для дослідження магнітних властивостей матеріалу повинен мати визначену геометричну форму (плоску, циліндричну внутрішню чи зовнішню одного діаметра і т. п.) для відповідного типу датчика.

Для одержання на екрані осциллографа гістерезисної петлі $B_t = f(H_t)$ на горизонтальні пластини подається напруга, що знімається з активного опору R_0 . У такому випадку

$$U_{R_0} = R_0 \times I_{cp} \times H_t \times \frac{1}{w_1},$$

де U_{R_0} - миттєве значення напруги на R_0 ;

w_1 - кількість витків обмотки, що намагнічує;

I_{cp} - середня довжина складеного

магнітопроводу (датчик+зразок), тому U_{R_0} пропорційно H_t .

На вертикальні пластини осциллографу подається напруга, пропорційна B_t . Для цього між вимірювальною обмоткою, з кількістю витків w_2 , і осциллографом введена інтегруюча ланка, що складається з опору R_u та ємності C_u . Сигнали низької та високої частот, що подаються на осциллограф, проходять через підсилювачі низької ПНЧ та високої ПВЧ частот, підсилюючись, відповідно, в однаковій мірі.

На фігурі 3 наведені результати вимірів властивостей феромагнітних сталей з різними видами обробки, отримані при використанні пристрою, які спостерігалися на екрані осциллографу.

Зразки сталі 38ХМЮА узяті в стані постачання (петля гистерезиса - б) і в стані після азотування на глибину від поверхні 0,5мм (петля гистерезиса - в). В тому ж масштабі наведена петля гистерезиса матеріалу осердя (фериту) індукційного датчика, замкнутого на пластину з феррита тієї ж марки. Витрати на перемагнічування фериту настільки малі, що його петля гистерезиса має вигляд кривої лінії.

Зразки сталі 12ХН3А, що цементувались з гартуванням і низькою відпусткою до однакової твердості HRA 79, та у зразка б шар цементції 0,2мм, а у зразка в 3мм. Петля гистерезиса фериту (осердя датчика) також має вигляд кривої лінії.

Зразки сталі 45ХН піддані гартуванню і відпустці до значень твердості HRC 65 та HRC 55. Петля гистерезиса осердя датчика виглядає кривою лінією.

Зразки сталі 38 ХС піддавалися гартуванню та відпустці до значень твердості HRC 23 та HRC 48, але змін магнітних властивостей у зразків не сталося, тому петля гістерезису залишалася без змін (відсутність змін магнітних властивостей підтверджено перевіркою в постійних магнітних полях на балістичній установці БУ-3). Петля гістерезису осердя датчика залишилася без змін.

Таким чином, запропонований пристрій, у порівнянні з прототипом, має декілька переваг:

- магнітні динамічні характеристики матеріалів вивчаються за допомогою накладного індукційного датчика;

- пристрій дозволяє вивчати безпосередні магнітні динамічні характеристики індукційного датчика;

- кільцеві зразки для проведення іспитів не потрібні, що знижує трудомісткість процесу підготовки та зняття динамічних магнітних характеристик і дозволяє проводити перевірку властивостей на багатьох локальних ділянках зразка;

- за допомогою накладного індукційного датчика можливо проводити іспити великої кількості однотипних зразків;

- малі витрати на перемагнічування осердя накладного датчика (фериту) дозволяють вважати пристрій для зняття динамічних магнітних характеристик матеріалів досить точним (у межах до 10% без використання посилення сигналів датчика, більша точність досягається за допомогою підсилювачів високої ПВЧ та низької

ПНЧ частот).

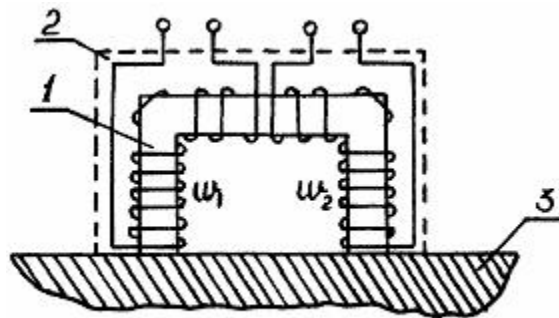


Fig. 1

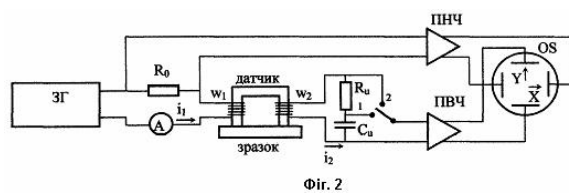


Fig. 2

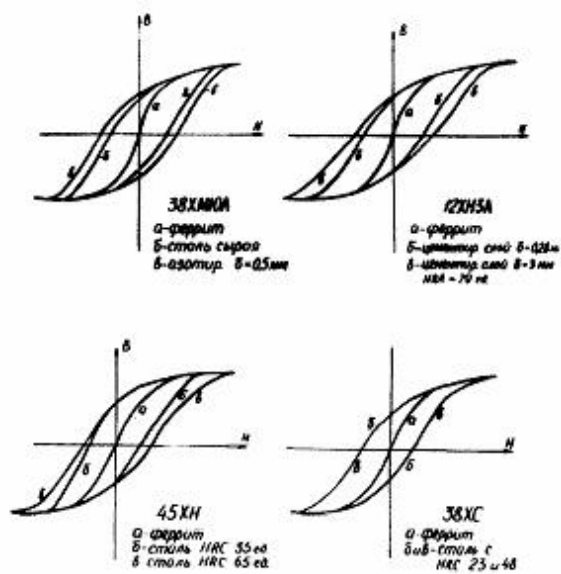


Fig. 3