POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA

URZĄD PATENTOWY PRL

OPIS PATENTOWY 113837

Patent dodatkowy do patentu ———

Zgłoszono: 03.08.78 (P. 208840)

Pierwszeństwo: ———

Zgłoszenie ogłoszono: 02.07.79

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1982

Int. Cl². G01L 1/12 G01N 27/80

Int. Cl³. G01L 1/12 G01N 27/80

CZYTELNIA

Twórca wynalazku: Tomasz Piech

Uprawniony z patentu: Politechnika Lubelska, Lublin (Polska)

Układ do wyznaczania przestrzennych rozkładów naprężeń lub własności mechanicznych w materiałach ferromagnetycznych

Przedmiotem wynalazku jest układ do wyznaczania przestrzennych rozkładów naprężeń lub własności mechanicznych w materiałach ferromagnetycznych.

Dotychczas znane i stosowane sposoby wyznaczania przestrzennych rozkładów naprężeń są metodami niszczącymi, opartymi o teoretyczne rozważania podane przez Sachsa i rozwinięte przez Dawidenkowa, opisane między innymi w podręczniku: Hoffman O., Sachs G. Wprowadzenie do teorii plastyczności, Warszawa 1959 i opisie patentowym PRL nr 92468. Polegają one na usuwaniu mechanicznym lub chemicznym warstw metalu z badanych próbek, a następnie poprzez pomiary wymiarów geometrycznych pozostałej części próbki obliczeniu odpowiednio rozkładów naprężeń.

Znana jest również metoda rentgenograficzna pozwalająca na pomiar rozkładu naprężeń w warstwie wierzchniej metalu. Wadą tej metody jest to, że pozwala ona na pomiar naprężeń nie głębiej niż około 80 mikrometrów pod powierzchnią badanej próbki.

Celem wynalazku jest opracowanie układu do nieniszczącego wyznaczania przestrzennych rozkładów naprężeń lub własności mechanicznych materiałów ferromagnetycznych w szczególności cienkich ich warstw.

Cel ten osiągnięto poprzez opracowanie układu do wyznaczania przestrzennych rozkładów naprężeń lub własności mechanicznych materiałów ferromagnetycznych którego istotą jest to, że składa się z dwóch cewek nawiniętych współosiowo, magnesująca na pomiarowej, wewnątrz których umieszcza się badaną próbkę. Cewka magnesująca zasilana jest z generatora napięcia sinusoidalnego o nastawianej częstotliwości i nastawianej składowej stałej poprzez wzmacniacz mocy. Cewka pomiarowa połączona jest przez integrator i przez przełącznik z podzespołem pomiarów wartości chwilowej zestawionym z bramki analogowej, elementu pamięciowego i miernika. Czujnik do pomiaru natężenia pola magnesującego zbliżony do próbki badanej w jej środkowej części zasilany jest ze stabilizowanego źródła prądu, a sygnały z czujnika poprzez wzmacniacz podawane są na wejścia elementu sterującego bramką, podzespołu blokady elementu pamięciowego i styk przełącznika.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest możliwość otrzymywania informacji o przestrzennym rozkładzie naprężeń lub własności mechanicznych bez niszczenia próbki. Zastosowanie sposobu według wynala-

zku daje możliwość prowadzenia badań wytrzymałościowych na próbkach wykonanych z materiałów konstrukcyjnych, takich jak stale węglowe, które mają znacznie lepsze własności reologiczne od materiałów modelowych stosowanych na przykład przy badaniach elastoplastycznych.

Sposób według wynalazku daje możliwość sterowania niektórymi procesami technologicznymi, jak na przykład plastyczna i termiczna obróbka metali, w celu osiągnięcia żądanych własności wytrzymałościowych, związanych z istnieniem pola naprężeń wewnętrznych w materiale, co dotychczas nie było w ogóle możliwe, ze względu na brak możliwości pomiarowych.

Układ według wynalazku został uwidoczniony na schematycznym rysunku.

Układ składa się z dwu cewek nawiniętych współosiowo – magnesującej 1 na pomiarowej 5, wewnątrz których umieszcza się badaną próbkę 4. Cewka magnesująca 1 zasilana jest z generatora 3 napięcia sinusoidalnego o nastawianej częstotliwości i nastawianej składowej stałej poprzez wzmacniacz mocy 2. Cewka pomiarowa 5 połączona jest przez integrator 15 i przez przełącznik 14 z podzespołem pomiarów wartości chwilowej zestawionym z bramki analogowej 10 elementu pamięciowego 11 i miernika 12. Czujnik do pomiaru pola magnesującego 6 zbliżony do próbki 4 badanej w jej środkowej części zasilany jest ze stabilizowanego źródła prądu 7 a sygnały z czujnika poprzez wzmacniacz 8 podawane są na wejścia elementu 9 sterującego bramką 10, podzespołu blokady 13 elementu pamięciowego 11 połączonego z elementem 9 i styk przełącznika 14.

Wyznaczanie przestrzennego rozkładu naprężeń wewnętrznych badanej próbki przebiega następująco. Wyznacza się krzywą komutacyjną magnesowania badanej próbki metodą stałoprądową (prędkość zmian pola magnesującego musi być tak mała, aby uniknąć indukowania się wewnątrz próbki prądów wirowych). Z krzywej magnesowania wyznacza się zależność dynamicznej przenikalności magnetycznej od natężenia pola magnesującego próbkę. Wyznaczoną zależność wczytuje się w postaci odpowiedniej tablicy do pamięci maszyny cyfrowej. Zmieniając „n" razy częstotliwość pola magnesującego próbkę, odczytuje się przy każdej wartości ω_k (częstość kołowa pola magnesującego) chwilową wartość strumienia magnetycznego ϕ oraz maksymalną wartość składowej stycznej pola magnesującego. Odczytane wartości wczytuje się do pamięci maszyny cyfrowej. Rozwiązuje się następujący układ równań:

$$\frac{1}{\pi z}\phi_k = \sum_{i=1}^{n} X_i \cdot \mu_i (ReH_i) \cdot ReH_i \cdot (r_i^2 - r_{i-1}^2)$$

dla i = 1, 2, ..., n, oraz k = 1, 2, ..., n.

W układzie równań przyjęte zostały następujące oznaczenia:

z – ilość zwojów uzwojenia pomiarowego (5)

ϕ_k – zmierzona chwilowa wartość strumienia indukcji w chwili przejścia składowej stycznej pola magnesującego przez maksimum dla każdej wartości ω_k

μ_i – wartość względnej przenikalności magnetycznej próbki odczytana lub interspolowana z tablicy w pamięci maszyny cyfrowej dla określonej rzeczywistej wartości natężenia pola

H_i – natężenie pola magnetycznego w i-tej warstwie badanej próbki, obliczone z następującej zależności: $H_i = H_{i-1} \cdot \frac{M_o(kr)}{M_o(kr_o)}$, w której M_o to zmodyfikowana funkcja Bessel'a zerowego rzędu pierwszego rodzaju, r jest odległością od osi próbki, r_o promieniem zewnętrznym badanej próbki, zaś $k^2 = \gamma \mu_i \mu_o \omega_k$, a γ jest przewodnością właściwą próbki.

r_i – promień i-tej warstwy próbki

X_i – współczynnik niejednorodności magnetycznej próbki określony z zależności: $X_i = \frac{\mu_i}{\mu}$

Rozwiązanie układu równań względem X_i daje szukany przestrzenny rozkład niejednorodności magnetycznej próbki: $\mu_i = \mu X_i$ w postaci dyskretnej dla każdej wartości r_i, z krokiem zależnym od przyjętej liczby n.

Przestrzenny rozkład naprężeń mechanicznych w badanej próbce wyznacza się z zależności:

$$\frac{\Delta\mu_i}{\mu_1} = \frac{1}{\pi}\mu_p \delta_i,$$

gdzie λ jest współczynnikiem magnetostrykcji dla materiału badanej próbki,

μ_p – przenikalnością początkową badanej próbki,

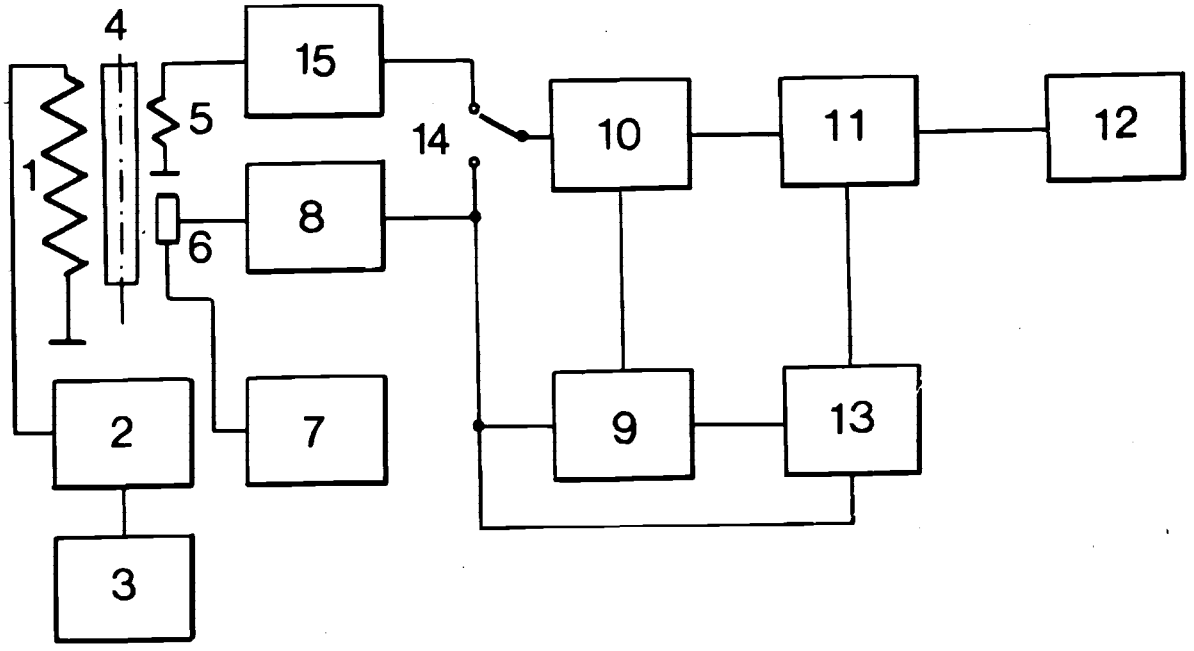
zaś δ_i naprężenia mechaniczne.

Przy wyznaczeniu innych własności mechanicznych jak np. rozkładu twardości w próbce stosuje się dodatkowo podmagnesowanie próbki stałym polem magnetycznym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do wyznaczania przestrzennych rozkładów naprężeń lub własności mechanicznych w materiałach ferromagnetycznych, **znamienny tym**, że składa się z dwu cewek nawiniętych współosiowo, magnesującej (1) nawiniętej na pomiarowej (5) wewnątrz których umieszczona jest badana próbka (4), przy czym cewka magnesująca (1) zasilana jest z generatora (3) napięcia sinusoidalnego o nastawianej częstotliwości, a cewka pomiarowa (5) połączona jest poprzez integrator (15) i przełącznik (14) z zespołem pomiarów wartości chwilowej zestawionym z bramki analogowej (10), elementu pamięciowego (11) i miernika (12), a sygnały z czujnika (6) do pomiarów natężenia pola magnetycznego, zbliżonego do badanej próbki (4) w jej środkowej części poprzez wzmacniacz (8) podawane są na wejścia elementu (9) sterującego bramką (10), podzespołu (13) blokady elementu pamięciowego (11) i styk przełącznika (14).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że element (9) sterujący bramką analogową (10) jest sprzężony z podzespołem (13) blokady elementu pamięciowego (11).

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czujnik (6) do pomiaru natężenia pola magnetycznego zasilany jest ze stabilizowanego źródła prądu (7).

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że generator (3) napięcia sinusoidalnego o nastawianej częstotliwości posiada nastawianą składową stałą napięcia wyjściowego.