

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **183396**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **320439**

(22) Data zgłoszenia: **06.06.1997**

(51) IntCl⁷

G01N 29/00

G01N 29/18

(54)

**Sposób określania stopnia zużycia żeliwnych elementów
pracujących w warunkach zmęczenia cieplnego**

(43)

**Zgłoszenie ogłoszono:
07.12.1998 BUP 25/98**

(45)

**O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.06.2002 WUP 06/02**

(73)

Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza
im.Stanisława Staszica, Kraków, PL

(72)

Twórcy wynalazku:
Jerzy Zych, Kraków, PL

(74)

Pełnomocnik:
Postołek Elżbieta, Akademia
Górniczo-Hutnicza im.Stanisława Staszica

(57)

Sposób określania stopnia zużycia żeliwnych elementów pracujących w warunkach zmęczenia cieplnego, polegający na przepuszczaniu przez wybrane obszary lub warstwy badanego elementu podłużnych fal ultradźwiękowych o częstotliwości 0,5-4,0 MHz, **znamienny tym**, że dokonuje się pomiaru prędkości fal, a następnie wyznacza się wartość różnicy prędkości fal ΔC_L z zależności: $\Delta C_L = C_{L0} - C_{Lx}$; gdzie C_{L0} - prędkość podłużnej fali w warstwie lub obszarze elementu przed jego eksploatacją albo prędkość fali w elemencie eksploatowanym ale w warstwie lub w obszarze nie podlegającym zmęczeniu cieplnemu, a C_{Lx} - prędkość podłużnej fali w warstwie lub obszarze elementu poddanego intensywnemu nagrzewaniu, po czym określa się wartość stosunku $\Delta C_L / C_{L0}$, który stanowi stopień zużycia elementu.

PL 183396 B1

Sposób określania stopnia zużycia żeliwnych elementów pracujących w warunkach zmęczenia cieplnego

Zastrzeżenie patentowe

Sposób określania stopnia zużycia żeliwnych elementów pracujących w warunkach zmęczenia cieplnego, polegający na przepuszczaniu przez wybrane obszary lub warstwy badanego elementu podłużnych fal ultradźwiękowych o częstotliwości 0,5-4,0 MHz, **znamienny tym**, że dokonuje się pomiaru prędkości fal, a następnie wyznacza się wartość różnicy prędkości fal ΔC_L z zależności: $\Delta C_L = C_{L0} - C_{Lx}$; gdzie C_{L0} - prędkość podłużnej fali w warstwie lub obszarze elementu przed jego eksploatacją albo prędkość fali w elemencie eksploatowanym ale w warstwie lub w obszarze nie podlegającym zmęczeniu cieplnemu, a C_{Lx} - prędkość podłużnej fali w warstwie lub obszarze elementu poddanego intensywnemu nagrzewaniu, po czym określa się wartość stosunku $\Delta C_L / C_{L0}$, który stanowi stopień zużycia elementu.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób określania stopnia zużycia żeliwnych elementów pracujących w warunkach zmęczenia cieplnego, takich jak: formy metalowe, formy szklarskie, żeliwny osprzęt pieców, elementy silników spalinowych i inne.

Proces zmęczenia cieplnego wywołany jest równoczesnym oddziaływaniem na materiał dwóch niestacjonarnych pól: temperatury i naprężeń i rozwija się najczęściej w elementach gwałtownie nagrzewanych przy ograniczeniu możliwości zmian ich wymiarów. Wielokrotne powtarzanie cyklicznie zmieniającej się temperatury i naprężeń prowadzi do zmęczenia materiału, czemu towarzyszy szereg zjawisk zachodzących w materiale poddanym procesowi zmęczenia cieplnego. W przypadku żeliwa występują zmiany strukturalne, głównie koagulacja i rozpad perlitu, utlenianie powierzchniowe i wewnętrzne wzdłuż wydzielen grafitowych, korozja wywołana oddziaływaniem środowiska, w którym pracuje dany element, powstawanie nowych i powiększanie istniejących mikropęknięć, ruch dyslokacji oraz poślizgi na granicach faz. Skutkiem tych zjawisk jest zmiana praktycznie wszystkich właściwości fizycznych i mechanicznych żeliwa.

Dotychczas stosowany sposób określania stopnia zużycia żeliwnych elementów polega na wizualnej ocenie stanu powierzchni, zliczaniu liczby pęknięć powstałych na wybranym obszarze i porównaniu ich z powierzchnią całkowicie zużytego elementu.

Znany jest z opisu patentowego RFN nr 2 905 344 sposób określania zmęczenia mechanicznego materiałów poprzez pomiar tłumienia powierzchniowych fal ultradźwiękowych. Pomiar taki jest możliwy jedynie na próbkach o wypolerowanych powierzchniach i nie nadaje się do badania elementów będących w eksploatacji, a w szczególności, gdy powierzchnie tych elementów pokryte są warstwami antykorozyjnymi lub smarami.

Ponadto znany z polskiego opisu patentowego nr 132 932 sposób wykrywania stref zmęczeniowych w elementach maszyn i konstrukcji polega na tym, że do badanego obiektu wprowadza się, najkorzystniej kolejno, fale sprężyste poprzeczne oraz podłużne o różnych długościach, określa się przyrost tłumienia odpowiadający wzrostowi częstotliwości na obu rodzajach fal i wyznacza się stosunek tych przyrostów, który to stosunek stanowi miarę stopnia zmęczenia wykrytej strefy. Inny znany z w/w opisu patentowego sposób polega na tym, że stosuje się jeden rodzaj fal, który wprowadza się do dwóch różnych obszarów badanego obiektu, z których jeden zawiera strefę zmęczeniową, a drugi jej nie zawiera. Stosunek tłumienia fal pomierzony w obu obszarach stanowi miarę zmęczenia.

Także znany jest z polskiego opisu patentowego nr 166 869 sposób określania stopnia zużycia elementów ze stali pracujących w niestacjonarnych warunkach cieplnych i mechanicznych, który polega na tym, że przepuszcza się przez badany element wiązkę fal ultradźwiękowych o czę-

stotliwości w paśmie 2,0-9,99 MHz za pomocą przetwornika ultradźwiękowego o średnicy mniejszej od dwukrotnej grubości badanego elementu. Po odpowiednim wyregulowaniu wzmożenia oraz linii podstawy czasu lampy oscyloskopowej doprowadza się do odbicia pięciu kolejnych ech i rejestruje się w pamięci komputera obraz uzyskanych ech. Następnie wyznacza się wartość wskaźnika SPST, która jest ilorazem zmierzonego pola powierzchni zawartego pod pikiem trzeciego echa do pola powierzchni pod pikiem czwartego echa i otrzymaną wartość wskaźnika porównuje się z wartościami wskaźnika SPST dla próbek wzorcowych o znanym stopniu zużycia struktury stali wykonanych z tego samego gatunku materiału. Wyznacza się również wartość wskaźnika SPST, która jest ilorazem zmierzonego pola powierzchni zawartego pod pikiem czwartego echa do pola powierzchni pod pikiem piątego echa i jego wartość porównuje się z wartościami wskaźnika SPST dla próbek wzorcowych o znanym stopniu zużycia struktury stali wykonanych z tego samego gatunku materiału.

Sposób określania stopnia zużycia żeliwnych elementów pracujących w warunkach zmęczenia cieplnego, polegający na przepuszczaniu przez wybrane obszary lub warstwy badanego elementu podłużnych fal ultradźwiękowych o częstotliwości 0,5-4,0 MHz, charakteryzuje się tym, że dokonuje się pomiaru prędkości fal, a następnie wyznacza się wartość różnicy prędkości fal ΔC_L z zależności: $\Delta C_L = C_{L0} - C_{Lx}$; gdzie C_{L0} - prędkość podłużnej fali w warstwie lub obszarze elementu przed jego eksploatacją albo prędkość fali w elemencie eksploatowanym ale w warstwie lub w obszarze nie podlegającym zmęczeniu cieplnemu, a C_{Lx} - prędkość podłużnej fali w warstwie lub obszarze elementu poddanego intensywnemu nagrzewaniu, po czym określa się wartość stosunku $\Delta C_L / C_{L0}$, który stanowi stopień zużycia elementu.

Zaletą sposobu, według wynalazku jest to, że umożliwia on jakościową ocenę przydatności materiału do dalszej eksploatacji bez konieczności wycinania próbek oraz tak starannego przygotowania powierzchni styku badanego elementu z urządzeniem mierzącym prędkość fal jak w przypadku sposobów pomiaru stopnia zmęczenia opartych na wyznaczaniu zmian współczynnika tłumienia drgań. Ułatwia to i znacznie przyspiesza wykonywanie pomiarów, a często, zwłaszcza w warunkach eksploatacyjnych, umożliwia ich wykonanie. Ponadto pozwala on również w sposób niszczący wyznaczyć strefy zmęczeniowe w elementach maszyn i urządzeń zarówno pracujących jak i pozostających w stanie spoczynku, a także określić stopień zużycia materiału, z którego są wykonane.

Sposób według wynalazku jest objaśniony na przykładzie realizacji w oparciu o rysunek, na którym fig. 1 przedstawia wykres zależności prędkości fali ultradźwiękowej od odległości do powierzchni roboczej formy, a fig. 2 - wykres zależności stopnia zużycia od odległości od powierzchni roboczej formy. Badaniu poddano formę metalową wykonaną z żeliwa niskomiedziowego, którą stosowano do odlewania korpusów silników elektrycznych. Po wykonaniu w niej kilkuset odlewów wycofano ją z eksploatacji ze względu na zniszczenie powierzchni roboczej, wywołane zmęczeniem cieplnym materiału formy. Przez wybrane warstwy formy przepuszczano podłużne fale ultradźwiękowe o częstotliwości 2 MHz i dokonano pomiarów ich prędkości w zależności od odległości od powierzchni roboczej formy.

Następnie wyznaczono wartość różnicy prędkości fali ΔC_L z zależności: $\Delta = C_{L0} - C_{Lx}$, przy czym przyjęto, że C_{Lx} jest wartością prędkości fali w warstwie przylegającej do powierzchni roboczej formy, a C_{L0} jest wartością prędkości fali w warstwie najbardziej oddalonej od tej powierzchni. Następnie określono wartość stosunku $\Delta C_L / C_{L0}$, który wynosi 0,15 i stanowi stopień zużycia formy metalowej. Stwierdzono, że forma nie nadaje się do dalszej eksploatacji. Na przekroju formy zaobserwowano istotne zmiany prędkości rozchodzenia podłużnej fali ultradźwiękowej. W warstwie zmęczenia cieplnego prędkość fali jest mniejsza o około 730 m/s niż w warstwie, gdzie nie dochodzi do zmęczenia materiału, czyli w warstwie zewnętrznej formy.

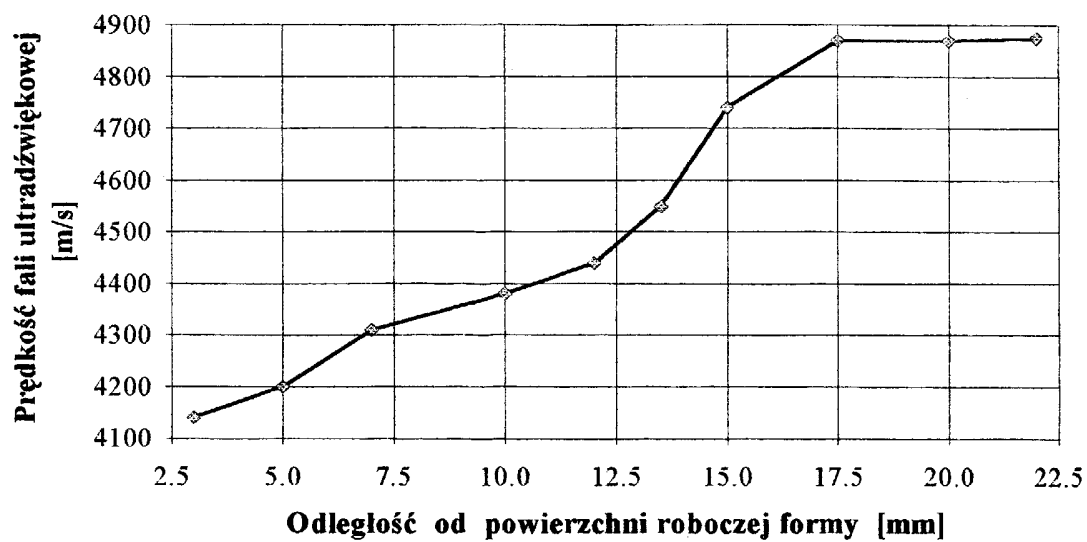


Fig 1

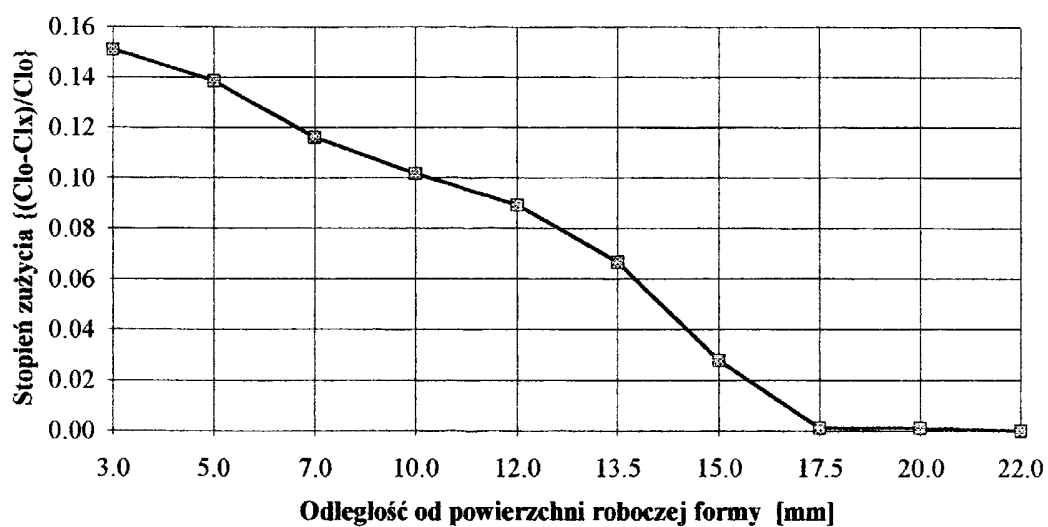


Fig 2