



URZĄD
PATENTOWY
PRL

Patent dodatkowy
do patentu nr

Int. Cl.³ G01N 29/04

Zgłoszono: 10.12.77 (P. 202840)

Pierwszeństwo:

Zgłoszenie ogłoszono: 16.07.79

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1983



Twórcy wynalazku: Marcin Przybyłowicz, Jerzy Karle, Stanisław Biernacki

Uprawniony z patentu: Zjednoczone Zakłady Produkcji Aparatury Naukowej
Zakład Aparatury Naukowej „UNIPAN”,
Warszawa (Polska)

Sposób pomiaru wielkości wad wykrywanych ultradźwiękową metodą echoimpulsową

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru wielkości wad wykrywanych ultradźwiękową metodą echoimpulsową w procesie nieniszczącego badania materiałów

W procesie nieniszczącego badania materiałów metodą echoimpulsową dąży się do wykrycia wad występujących wewnątrz badanego materiału. Wady te mogą powstawać zarówno w trakcie wytwarzania samego materiału np. wady pochodzenia hutniczego stali, jak również mogą się one pojawiać w wyniku działania zewnętrznych obciążeń np. pęknięcia zmęczeniowe w elementach części maszyn lub konstrukcji. Samo wykrycie wady najczęściej nie wystarcza do określenia stopnia jej szkodliwości, do tego celu konieczna jest jej lokalizacja oraz ocena wielkości.

Znany jest sposób oceny wielkości wykrytej wady stosowany w przypadku, gdy powierzchnia odbijająca wady jest z grubsza większa od przekroju wiązki ultradźwiękowej emitowanej przez głowicę. Sposób ten polega na przesuwaniu głowicy po powierzchni badanego materiału od miejsca, w którym echo od wady jest największe w różnych kierunkach do miejsc, w których echo od wady opada poniżej pewnego założonego poziomu. Połączenie tych miejsc wyznacza powierzchnię emitującą wady.

Znany jest też m.in. z francuskiego opisu patentowego nr 1.590.267 sposób określania wielkości wady polegający na określeniu średnicy równoważnej wady sztucznej w postaci płaskiego reflektora kołowego, dla którego efekt odbicia impulsu ultradźwiękowego jest identyczny z efektem odbicia od wykrytej wady. Miarą odbitej fali jest amplituda napięcia wytwarzanego na przetworniku.

Sposób ten, noszący nazwę OWR (Odległość — Wzmocnienie — Rozmiar) znajduje praktyczne zastosowanie przy ocenie wad o rozmiarach mniejszych od rozmiarów wiązki ultradźwiękowej. Określanie tym sposobem wielkości wykrytej wady przebiega następująco: dla każdego typu głowicy ultradźwiękowej wykreśla się krzywe wiążące wielkość wady równoważnej R z nastawą wzmocnienia defektoskopu ultradźwiękowego W oraz odległością wady od głowicy O.

Krzywe te są wyznaczane doświadczalnie przy wykorzystaniu wzorców wykonanych z materiałów o właściwościach możliwie zbliżonych do materiału badanego. W wzorcach tych wykonuje się szereg wad sztucznych tzw. wad równoważnych w postaci płaskodennych otworów kołowych o różnych średnicach i położonych w różnej odległości od miejsca prowadzenia wiązki ultradźwiękowej.

Na wykresie nanosi się punkty o rzędach równych amplitudzie impulsu od każdej wady i odciętych wyznaczonych przez odległość tej wady od głowicy. Punkty wyznaczone dla otworów, o tej samej średnicy łączy się pomiędzy sobą otrzymując tzw. wykres OWR który jest podstawą do praktycznej oceny wielkości

wady. W tym celu wykonuje się tzw. skalę OWR w postaci linii naniesionych na przezroczyste płytki dopasowane do ekranu wskaźnika defektoskopu.

Proces oceny wielkości wady z wykorzystaniem skal OWR przebiega następująco: przed przystąpieniem do pomiarów na ekranie wskaźnika defektoskopu umieszcza się skalę OWR dla danej głowicy wykorzystywanej w trakcie badania. Następnie przeprowadza się kalibrację defektoskopu, która polega na ustawieniu zasięgu defektoskopu zgodnie z podziałką odległości lub punktami skalowania na skali OWR oraz ustawieniu wzmocnienia defektoskopu zgodnie z wartością zaznaczoną na pionowej podziałce skali. Oceny wielkości wykrytej wady dokonuje operator. Po wykryciu echa od wady musi on uzyskać maksymalną amplitudę impulsu na ekranie poprzez manipulację głowicą po powierzchni materiału. Wierzchołek tego impulsu określa na polu skali OWR wielkość równoważnej wady zastępczej. Najczęściej wielkość wady odczytuje operator interpolując w obszarze ograniczonym dwiema krzywymi naniesionymi dla dwóch różnych średnic wad równoważnych.

Powyższe sposoby określania wielkości wad charakteryzują się szeregiem niedogodności. Wykonywanie wzorców z wadami sztucznymi jest pracochłonne i stawia wysokie wymagania powtarzalności i dokładności obróbki mechanicznej przy czym konieczne jest przeprowadzenie pomiarów na tych wzorcach, a następnie wykreślenie skal OWR.

W przypadku badań różnorodnych elementów użytkownik musi dysponować kilkudziesięcioma rodzajami tych skal. Przed przeprowadzeniem pomiarów należy wykalibrować defektoskop. W przypadku błędnego przeprowadzenia kalibracji istnieje możliwość fałszywej oceny wielkości wady prowadzącej do błędnej klasyfikacji badanego elementu. Ponadto odczyt wielkości wady dokonywany jest przez operatora analizującego obraz na ekranie wskaźnika, a zatem na podstawie subiektywnej oceny bez możliwości zapisu.

Celem wynalazku jest usunięcie wyżej wymienionych niedogodności poprzez opracowanie sposobu pomiaru wielkości wady równoważnej, ograniczającego do minimum udział operatora w procesie oceny i umożliwiające uzyskanie zapisu wielkości wykrytej wady.

Cel ten osiągnięto przez opracowanie sposobu, w którym wysokość echa wykrytej wady porównywana jest za pomocą elektronicznej techniki obliczeniowej z odpowiednim algorytmem opisującym zjawisko propagacji fal ultradźwiękowych w ośrodkach materialnych.

Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że wszystkie dane dotyczące przetwornika ultradźwiękowego oraz badanego materiału wprowadza się do elektronicznej maszyny cyfrowej, która uwzględniając te dane wylicza dla wszystkich przewidywanych wartości ciśnienia fali odbitej od wady i odległości wady od przetwornika tabelę liczb im przyporządkowanych.

Tabelę tę następnie wpisuje się do pamięci z jednoczesnym przekazaniem informacji adresowej do multiplexera adresów. Aktualne dane impulsu pochodzącego z odbicia fali od wykrytej wady otrzymane z defektoskopu tj. amplitudę sygnału będącą funkcją ciśnienia fali odbitej i czas opóźnienia impulsu będący funkcją odległości wady od przetwornika przetwarza się do postaci umożliwiającej wywołanie z tabeli liczb tym wartościom przyporządkowanych, które następnie mnoży się, a otrzymany wynik jest średnicą równoważnej wady zastępczej. Sposób pomiaru według wynalazku zostanie bliżej objaśniony w oparciu o rysunek przedstawiający schemat blokowy przykładu wykonania układu pomiarowego.

Jeśli na osi wiązki ultradźwiękowej istnieje nieciągłość w postaci płaskiego kołowego reflektora leżącego w płaszczyźnie prostopadłej do tej osi, to jego średnica jest opisana wzorem:

$$\varnothing = A(V) \cdot B(x, D, f, c, \alpha)$$

gdzie:

V — napięcie generowane na przetworniku, będące funkcją ciśnienia fali powracającej po odbiciu

x — odległość przetwornika od wady

D — średnica przetwornika

f — częstotliwość drgań

c — prędkość propagacji fali

α — współczynnik tłumienia fali ultradźwiękowej w badanym materiale

Dane V i x otrzymuje się w trakcie pomiaru jako sygnały wyjściowe defektoskopu, natomiast pozostałe dane charakteryzujące przetwornik D, f oraz badany materiał α , c są znane. Dane te zawarte w bloku 1 przed przystąpieniem do pomiaru wprowadza się poprzez linię przesyłową 2 do elektronicznej maszyny cyfrowej (e.m.c) 3. Maszyna wykonuje obliczenia członu A, a następnie członu B dla arbitralnie wybranych wartości zmiennych V oraz x.

Wartości te są z góry narzucone i wynikają z podziału spodziewanego przedziału zmienności każdej zmiennej na dowolną i skończoną liczbę kroków. W wyniku tych działań na wyjściu 4 uzyskuje się tabelę liczb stałych o jednej kolumnie i o liczbie wierszy odpowiadającej liczbie kroków podziału przedziału zmienności

zmiennej V , natomiast na wyjściu 5 uzyskuje się tabelę liczb stałych o jednej kolumnie i o liczbie wierszy odpowiadającej liczbie kroków podziału przedziału zmienności zmiennej x .

Tabele te zostają następnie wpisane do pamięci 6, przy czym jednocześnie z ich wpisywaniem do bloku 7 multiplexera adresów zostają przekazane informacje adresowe z maszyny cyfrowej. Przebiega to w ten sposób, że jednocześnie z obliczeniem liczby z tabeli na wyjściu 8 pojawia się informacja rodzaju zmiennej oraz jakiej jej wartości dotyczy dana liczba, która to informacja zostaje zapisana w multiplekserze adresów 7.

Po wykonaniu wszystkich obliczeń maszyna 3 przekazuje poprzez połączenie 9 do bloku 7 sygnał zakończenia procesu przygotowania układu do pomiarów i na tym kończy się rola elektronicznej maszyny cyfrowej w procesie pomiaru wielkości wady. Pomiar wielkości wady odbywa się w sposób następujący: na wyjściu defektoskopu ultradźwiękowego 10 pojawia się po wykryciu wady sygnał 11 w postaci impulsu napięcia pochodzącego od odbicia fali od tej wady.

Impuls ten ma amplitudę A i jest opóźniony o czas t w stosunku do momentu wysłania impulsu sondującego i zostaje on jako sygnał 11 doprowadzony do wejść dwu monitorów 12 i 13. Monitor 12 wytwarza na swoim wyjściu napięcie U_1 proporcjonalne do amplitudy impulsu, natomiast monitor 13 wytwarza na swoim wyjściu napięcie U_2 proporcjonalne do czasu t , czyli proporcjonalne do odległości wady od głowicy.

Napięcia te są następnie doprowadzane odpowiednio do przetworników analogowo-cyfrowych 14 i 15. Na wyjściu przetwornika 14 otrzymuje się w postaci cyfrowej wartość napięcia U_1 a zatem wartość aktualnie zmierzonego przez przetwornik ciśnienia fali odbitej od wady oznaczonego jako V_0 .

Na wyjściu przetwornika 15 otrzymuje się w postaci cyfrowej wartość napięcia U_2 , a zatem wartość aktualnie zmierzonej odległości wady od przetwornika oznaczonej przez x_0 . Wartości te zostają doprowadzone do multiplexera adresów 7 w wyniku czego na jednym z jego wyjść pojawia się sygnał $M(V_0)$, uzależniony od wartości V_0 , a na drugim z jego wyjść pojawia się sygnał $M(x_0)$ uzależniony od wartości x_0 . Sygnały te są doprowadzone do bloku pamięci 6.

Sygnał $M(V_0)$ powoduje wywołanie z pamięci 6 liczby zapisanej w tabeli liczb $A(V)$ pod adresem $V = V_0$, tzn. liczby $A(V_0)$ i przekazanie tej liczby do układu mnożącego 16.

Pojawienie się sygnału $M(x_0)$ powoduje wywołanie z pamięci 6 liczby zapisanej w tabeli liczb $B(x_{0...})$ pod adresem $x = x_0$, tzn. liczby $B(x_{0...})$ i przekazanie tej liczby do tego samego układu mnożącego 16. Układ mnożący dokonuje przemnożenia tych dwóch liczb i wytwarza na swoim wyjściu sygnał 17 będący iloczynem o postaci

$$A(V_0) \cdot B(x_{0...})$$

czyli stanowi średnicę równoważnej wady zastępczej w postaci refelktora kołowego.

Wielkość tej średnicy może zostać zobrazowana za pomocą urządzenia wyświetlającego lub wydrukowana za pomocą drukarki, bądź też zapisana w inny sposób za pomocą odpowiedniego urządzenia peryferyjnego 18, lub też użyta w postaci sygnału analogowego lub cyfrowego do sterowania procesem produkcji lub kontroli w przypadku jego automatyzacji.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób pomiaru wielkości wad wykrywanych ultradźwiękową metodą echoimpulsową, **zawarty** w tym, że dane dotyczące pomiarowego przetwornika ultradźwiękowego oraz badanego materiału wprowadza się do elektronicznej maszyny cyfrowej i uwzględniając je, wylicza się dla przewidywanych wartości ciśnienia fali odbitej od wady i przewidywanych odległości wady od przetwornika tabelę liczb tym wartościom przyporządkowanych, którą następnie wpisuje się do pamięci z jednoczesnym przekazaniem informacji adresowej do multiplexera adresów, po czym z otrzymanego z defektoskopu impulsu pochodzącego z odbicia fali od wykrytej wady wydziela się dane dotyczące ciśnienia fali odbitej i dane dotyczące odległości wady od przetwornika, następnie przetwarza się je do postaci umożliwiającej wywołanie z tabeli wpisanej do pamięci liczb ich wartościom przyporządkowanych, po czym liczby te mnoży się a otrzymany wynik jest średnicą równoważnej wady zastępczej.

