



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

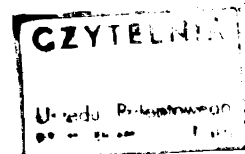
Zgłoszono: 04.08.75 (P. 182534)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 14.02.77

Opis patentowy opublikowano: 29.11.1980

Int. Cl.² G01N 29/00
G01B 17/00



Twórcy wynalazku: Julian Deputat, Andrzej Brokowski

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk, Instytut Podstawowych
Problemów Techniki, Warszawa (Polska)

Refraktometr ultradźwiękowy

1

Przedmiotem wynalazku jest refraktometr ultradźwiękowy, służący do badania przebiegu kąto-
wej zależności współczynnika odbicia fal ultradźwięko-
wych na granicy ciało stałe—ciało stałe, w celu
określenia własności fizycznych materiałów dla
potrzeb technicznych i laboratoryjnych.

Do przeprowadzania opisanych badań akustycz-
nych służy znany goniometr ręczny przedstawiony
w patencie USA nr 3.364.732. Jest on zaopatrzony
w klin akustyczny w postaci ćwiartki krążka, gło-
wicę ultradźwiękową przystosowaną do przesuwania
po cylindrycznej powierzchni tej ćwiartki krążka
oraz w nadajnik i odbiornik ultradźwiękowy. Do
pomiarów własności sprężystych badanego materiału
wykorzystuje się kąto-
we zmiany poziomu amplitudy
impulsu odbitego od naroża klina akustycznego.

W opisanym goniometrze fala ultradźwiękowa
biegnie od głowicy i dalej przez klin akustyczny,
ulega odbiciu na granicy klin—materiał badany
i powraca przez klin do głowicy. Goniometr mierzy
maksimum energii odbitej od punktu padania na
badany materiał przy krytycznym kącie padania.

W tym znanym urządzeniu poziom amplitudy echa
od naroża klina oraz jego zmiany są ekstremalnie
czułe na precyzję ustawienia środka wiązki ultra-
dźwiękowej na krawędź naroża klina. Odczyt ampli-
tudy musi się odbywać metodą punkt po punkcie,
co jest uciążliwe. Dokładność odczytu kąta jest nie-
wielka ze względu na brak kątomierza optycznego.
Urządzenie jest pozbawione monitora, który umożli-

2

wiałby zapis analogowy zmian poziomu echa od
naroża klina. Brak jest również zespołów służących
do rejestracji, a mianowicie: układu monitorowania
kąta obrotu oraz układu generującego znaczniki
kąta obrotu.

Wynalazek ma na celu skonstruowanie urządzenia,
które przy wykorzystaniu znanych praw fizyki poz-
walałoby na jednoczesny pomiar własności sprężys-
tych i niesprężystych materiału przy jednostronnym
dostępem do badanego elementu i z dokładnością
znacznie większą od dotychczas osiąganą.

Według wynalazku cel ten osiągnięto przez zbu-
dowanie refraktometru, którego goniometr ma cylin-
driczny półkrążek, wykonany najdogodniej z two-
rzywa sztucznego. Półkrążek ma płaską powierz-
chnię czołową przystosowaną do przykładania do
badanej próbki. Na cylindrycznej powierzchni pół-
krążka jest przesuwnie umocowana głowica ultra-
dźwiękowa. Na bocznej powierzchni półkrążka jest
umocowany kątomierz z noniuszem. Wspomniana
głowica goniometru jest połączona z obwodem po-
tencjometrycznym, dającym napięcie proporcjonalne
do kąta przesunięcia głowicy, z fotoelektrycznym
układem znaczników kąta obrotu i z zespołem zao-
patrzonym w nadajnik, odbiornik oraz monitor.
Wymienione: obwód, układ i zespół są dalej połą-
czone ze znanym pisakiem dwukanałowym.

Głowica goniometru jest osadzona wymiennie w
uchwycie zaopatrzonym w mechanizm do ręcznego
i/lub mechanicznego jej przesuwania.

Wspomniany obwód potencjometryczny, dający napięcie proporcjonalne do kąta obrotu osi głównej pozwala na wybór przedziału kąta, w którym ma być rejestrowany przebieg kątowych zmian współczynnika odbicia. Fotoelektryczny układ znaczników kąta obrotu umożliwia dobór elementarnej działki znacznika w szerokim zakresie wartości kąta.

W refraktometrze według wynalazku fala ultradźwiękowa biegnie od głowicy przez materiał półkrażka, po odbiciu na granicy półkrajek — badana próbka pada na wewnętrzną powierzchnię cylindryczną półkrajka i po odbiciu od tej powierzchni tą samą drogą wraca do głowicy. Refraktometr daje kątową zależność współczynnika odbicia, z której to zależności można odczytać prędkość fal podłużnych, poprzecznych i powierzchniowych oraz tłumienie, występujące w badanym materiale.

Tak więc refraktometr pozwala na jednoczesny pomiar własności sprężystych i niesprężystych przy jednostronnym dostępie do badanego elementu. W wyniku pomiaru uzyskuje się informacje o własnościach cienkiej warstwy przypowierzchniowej, a uzyskiwana dokładność pomiarów znacznie przewyższa dokładność uzyskiwaną na znanych urządzeniach.

W zastosowaniach technicznych i przemysłowych, gdy nie zachodzi konieczność ciągłej rejestracji zmian współczynnika odbicia za pomocą pisaka, refraktometr według wynalazku składa się tylko z półkrajka, głowicy i kątomierza i współpracuje z typowym defektoskopem ultradźwiękowym. Do określenia przebiegu kątowej zależności zmian amplitudy impulsu odbitego w tym przypadku wykorzystuje się odczyt zmian poziomu impulsu odebranego, zobrazowanego na ekranie lampy oscyloskopowej defektoskopu ultradźwiękowego.

Przedmiot wynalazku jest dokładniej opisany na przykładzie wykonania w związku z rysunkiem, na którym pokazano schemat urządzenia.

Jak uwidoczniło na rysunku, podstawowym zespołem refraktometru jest goniometr ultradźwiękowy zaopatrzone w półkrajek 1 wykonany z tworzywa sztucznego. Na walcowej powierzchni półkrajka jest przesuwnie umocowana ultradźwiękowa głowica 2. Uchwyt głowicy 2 jest wyposażony w mechanizm 3 do mechanicznego i/lub ręcznego jej przesuwania. Na bocznej powierzchni półkrajka 1 jest przymocowany kątomierz 4 z noniusem. Czołowa powierzchnia półkrajka 1 jest płaska i przystosowana do przykładania do próbki 5 badanego materiału o dowolnych wymiarach. Z głowicą 2 jest sprzężony potencjometryczny obwód 6 dający na wyjściu napięcie proporcjonalne do kąta przesunięcia głowicy, z możliwością wyboru przedziału zmian kąta. Dalej z głowicą 2 jest sprzężony fotoelektryczny układ 7 znaczników kąta obrotu umożliwiający dobór elementarnej działki znacznika.

Pokazany przykładowo refraktometr ma także połączony z głowicą 2 zespół 8 złożony z nadajnika N i odbiornika O fal ultradźwiękowych oraz analogowego monitora M. W skład refraktometru wchodzi ponadto zasilacz 9 i dwukanałowy pisak 10.

Nadajnik N zespołu 8 służy do wytwarzania impulsów elektrycznych wysokiego napięcia pobudzają-

cych do drgań przetwornik piezo elektryczny głowicy 2. Impulsy nadajnika mogą być wypełnione drganiami sinusoidalnymi o regulowanej częstotliwości lub mogą być niewypełnione. Zmiana częstotliwości fali ultradźwiękowej może być realizowana przez zmianę głowicy 2 lub przez zmianę częstotliwości impulsu pobudzającego przetwornik na którąś z nieparzystych wielokrotności częstotliwości podstawowej użytego przetwornika. Odbiornik O stanowi szerokopasmowy wzmacniacz napięcia zmiennego. Monitor M daje na wyjściu napięcie proporcjonalne do amplitudy ciśnienia impulsu ultradźwiękowego odebranego przez głowicę 2.

Zasilacz 9 jest źródłem regulowanego napięcia zasilania styczników układu sterowania, napięcia zasilającego fotoelektryczny układ 7 znaczników kąta przesunięcia głowicy 2, wzorcowego napięcia zasilającego zespół 8.

Dwukanałowy pisak 10 jest urządzeniem o budowie konwencjonalnej.

Refraktometr według wynalazku działa w następujący sposób.

Ultradźwiękowa głowica 2, pobudzana impulsami elektrycznymi nadajnika N, wysyła impulsy fal ultradźwiękowych w kierunku próbki 5. Impulsy te po odbiciu na granicy materiał półkrajka 1 — badana próbka 5 padają na wewnętrzną cylindryczną powierzchnię półkrajka i tą samą drogą powracają do głowicy. Głowica 2 przetwarza impulsy ultradźwiękowe na impulsy elektryczne o amplitudzie proporcjonalnej do ciśnienia impulsów ultradźwiękowych. Po wzmocnieniu i detekcji na wyjściu monitora M otrzymuje się napięcie proporcjonalne do amplitudy ciśnienia wybranego impulsu ultradźwiękowego. Napięcie to jest rejestrowane na torze Y_1 pisaka 10.

Przesuwanie głowicy 2 po walcowej powierzchni półkrajka 1 powoduje zmianę kąta padania wiązki fal ultradźwiękowych na powierzchni próbki 5. Rejestrowane na torze Y_1 zmiany amplitudy impulsu ultradźwiękowego w funkcji kąta przesunięcia głowicy 2 są spowodowane zmianami wartości współczynnika odbicia na granicy półkrajek—próbka.

Z przesuwem głowicy 2 jest sprzężony przesuw podziałki ruchomej kątomierza 4, obrót potencjometru 6 w układzie monitorowania kąta obrotu oraz obrót tarczy modulacyjnej w fotoelektrycznym układzie 7 znaczników kąta obrotu. Przesuwanie głowicy powoduje powstanie napięcia proporcjonalnego do kąta obrotu. Napięcie to jest doprowadzone do toru X pisaka 10. Generowane w układzie 7 znaczników kąta obrotu impulsy elektryczne są doprowadzone do toru Y_2 pisaka. Pisak rejestruje więc kątowy rozkład wartości współczynnika odbicia fal ultradźwiękowych na granicy półkrajek—badana próbka. Potencjometryczny układ 6 umożliwia wybranie dowolnego zakresu zmian kąta padania i rozciągnięcie go na całej szerokości pola roboczego pisaka 10.

Na zarejestrowanej za pomocą pisaka 10 krzywej, przedstawiającej zmiany wartości współczynnika odbicia R w funkcji padania kąta α występują charakterystyczne punkty odpowiadające krytycznym wartościom kąta padania, przy których kąty załamania poszczególnych rodzajów fal są równe 90° .

5

Z krzywej $R(\alpha)$ wyznacza się wartość kątów krytycznych. Następnie z zależności:

$$C_2 = \frac{C_1}{\sin \alpha_{\text{cryt}}}$$

gdzie: C_1 — prędkość fali podłużnej w materiale półkrażka 1,

C_2 — prędkość modu, dla którego przy kącie padania α_{cryt} kąt załamania jest równy 90° ,

wyznacza się prędkości poszczególnych rodzajów fal w próbce, mianowicie: podłużnych c_L , poprzecznych c_T , powierzchniowych c_R , a także poszczególnych typów fal Lamba. Ze znanych zależności pomiędzy prędkościami fal wylicza się współczynnik Poissona i moduły sprężystości materiału próbki. Z jednego przebiegu $R(\alpha)$ wyznacza się wartości wszystkich modułów sprężystości 2 rzędu.

Najbardziej charakterystycznym na krzywej $R(\alpha)$ jest minimum odpowiadające kątowi padania α_{cryt} . R , przy którym fale powierzchniowe mają największą amplitudę. Wartość α_{cryt} . R wiąże się z własnościami sprężystymi warstwy przypowierzchniowej próbki o grubości rzędu długości wzbudzonych fal powierzchniowych. Głębokość i kształt minimum na krzywej $R(\alpha)$ wiąże się z własnościami niesprężystymi (tłumieniem) badanego materiału. Wyznaczenie wartości α_{cryt} . R i kształtu minimum na krzywej $R(\alpha)$ pozwala na badanie wartości lub zmian wartości parametrów sprężystych i niesprężystych w procesach różnych oddziaływań, którym została poddana próbka. W szczególności przez pomiar α_{cryt} . R przy użyciu refraktometru według wynalazku bada się: naturalną anizotropię własności sprężystych ciał stałych albo anizotropię wywołaną przez obróbkę plastyczną lub przez przyłożenie naprężeń; zmiany własności sprężystych i niesprężystych materiałów konstrukcyjnych spowodowane przez obróbkę cieplną, chemiczną, mechaniczną itp.; własności warstw dyfuzyjnych i galwanicznych; wpływ kumulacji uszkodzeń w procesie zmęczenia; orientację ziaren (teksturę).

6

Uzyskane dane pozwalają także na rozróżnienie gatunków materiałów konstrukcyjnych, wyznaczenie wartości stałych sprężystości II rzędu, a dla pewnych grup materiałów kruchych takich jak: 5 żeliwo szare, betony, niektóre tworzywa ceramiczne, w których występuje zależność między własnościami sprężystymi i wytrzymałościowymi, można wyznaczyć wytrzymałość doraźną.

W refraktometrze według wynalazku istnieje możliwość ręcznego przesuwania głowicy 2 i odczytania bezpośrednio na kątomierzu 4 kątów padania dla charakterystycznych wartości amplitudy wybranego impulsu odbitego od powierzchni badanej próbki 5.

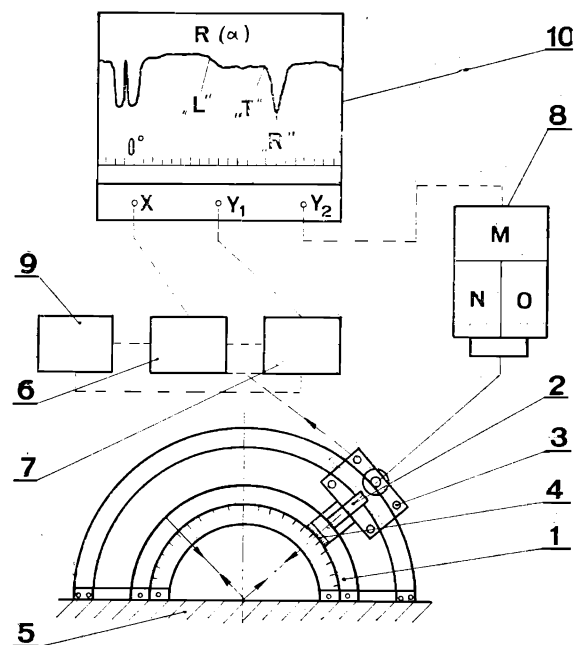
Zastrzeżenia patentowe

1. Refraktometr ultradźwiękowy zaopatrzony w goniometr z głowicą ultradźwiękową oraz nadajnik i odbiornik ultradźwiękowy, **znamienny tym**, że ma cylindryczny półkrażek (1) z płaską powierzchnią czołową przystosowaną do przykładania do badanych próbek (5), a na cylindrycznej powierzchni półkrażka jest przesuwnie umocowana ultradźwiękowa głowica (2) połączona z potencjometrycznym obwodem (6) dającym napięcie proporcjonalne do kąta przesunięcia głowicy, z fotoelektrycznym układem (7) znaczników kąta obrotu i z zespołem (8) złożonym z nadajnika (N), odbiornika (O) i monitora (M), przy czym obwód (6), układ (7) i zespół (8) są dalej połączone ze znanym dwukanałowym pisakiem (10), zaś na bocznej powierzchni półkrażka (1) jest umocowany kątomierz (4).

2. Refraktometr według zastrz. 1 **znamienny tym**, że głowica (2) jest przymocowana w uchwycie zaopatrzonym w mechanizm (3) do ręcznego i/lub mechanicznego jej przesuwania po cylindrycznej powierzchni półkrażka (1).

3. Refraktometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kątomierz (4) jest zaopatrzony w noniusz.

4. Refraktometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jest przystosowany do współpracy z dowolnym defektoskopem ultradźwiękowym.



ŁDA — Zakład 2 — zam. 611/80 — 105 szt.

Cena 45 zł