



Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

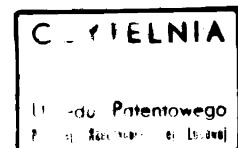
Int. Cl.³ G01N 29/02
B06B 1/06

Zgłoszono: 24.09.81 (P. 233175)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 14.02.83

Opis patentowy opublikowano: 30.04.1985



Twórcy wynalazku: Paweł Kielczyński, Ryszard Płowiec

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

Sposób i urządzenie do pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru właściwości reologicznych, to jest mechanicznej impedancji ścinania ośrodka ciekłego oraz urządzenie do pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego zrealizowane w oparciu o ten sposób.

Znany jest sposób pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego polegający na określeniu modulu i fazy współczynnika odbicia impulsów ultradźwiękowych odbitych na granicy ciała stałego z badaną cieczą. W pomiarze wykorzystuje się objętościowe fale poprzeczne rozchodzące się w ciałach stałych.

Pomiar przeprowadza się dwukrotnie dla impulsów odbitych na granicy ciała stałego z powietrzem oraz na granicy ciała stałego z badaną cieczą.

Z opisu patentowego nr 72 915 znany jest sposób pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego polegający na interferencji impulsów ultradźwiękowych z falą ciągłą. W pomiarze wykorzystuje się impulsy objętościowej fali ścinania rozchodzącej się w falowodzie akustycznym w kształcie płytki. Właściwości reologiczne ośrodka ciekłego wyznacza się poprzez dwukrotny pomiar minimum interferencyjnego impulsów ultradźwiękowych z falą ciągłą, to jest dla falowodu obciążonego powietrzem badaną cieczą.

Znane urządzenia do pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego zawierają sondę w kształcie pręta lub płytki z ciała stałego. Na jednym końcu sondy przyklejony jest przetwornik, natomiast na drugim końcu znajduje się badana ciecz, bądź na obu końcach umieszczone są przetworniki, a badana ciecz znajduje się na bocznej powierzchni sondy. Przetworniki połączone są odpowiednio z nadajnikiem impulsów elektrycznych wypełnionych falą sinusoidalną i z odbiornikiem rezonansowym.

Wadą wymienionych wyżej rozwiązań jest mała czułość ze względu na mały wpływ badanej cieczy na propagację fal ścinania w falowodzie. Długość falowodu musi być więc znaczna. Zwiększa to wymiary urządzenia i wymaga stosowania znacznych ilości cieczy pomiarowej. Ponadto wadą znanych rozwiązań są trudności generacji i propagacji fal ścinania oraz trudności z zamocowaniem przetworników.

Sposób pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego według wynalazku polega na tym, że określa się moduł i fazę współczynnika odbicia na granicy ciała stałego z cieczą, fali padającej pod kątem 90° , poprzez dwukrotny pomiar częstotliwości powtarzania impulsów pobudzających przetwornik, dla której występuje maksimum interferencyjne impulsów ultradźwiękowej poprzecznej fali powierzchniowej, odbitych od swobodnego końca sondy oraz dwukrotny pomiar szybkości zaniku amplitudy kolejnych odbić tych impulsów w sondzie. Pierwszy pomiar przeprowadza się dla swobodnego końca sondy obciążonego powietrzem, a drugi dla sondy obciążonej badaną cieczą.

Urządzenie do pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego zawiera sondę pomiarową, którą stanowi co najmniej dwuwarstwowa płytką z materiałów sprężystych, z których kolejne warstwy licząc od powierzchni w głąb płytki wykazują rosnącą prędkość ultradźwiękowych poprzecznych fal objętościowych. Na górnej powierzchni płytki, równoległe do jej bocznej powierzchni stykającej się z badaną cieczą usytuowany jest przetwornik nadawczo-odbiorczy.

W innym rozwiązaniu sondę stanowi płytką z materiału piezoelektrycznego o dwukrotnej osi symetrii równoległej do przetwornika nadawczo-odbiorczego usytuowanego na powierzchni płytki i równoległej do powierzchni badanej płytki stykającej się z badaną cieczą.

Rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się nieskomplikowaną budową sondy wynikającą z rodzaju zastosowanych fal ultradźwiękowych. Zaletą rozwiązania jest również mała ilość cieczy pomiarowej konieczna do przeprowadzenia pomiaru.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie budowę sondy pomiarowej, fig. 2 przedstawia inne rozwiązanie takiej sondy, a fig. 3 przedstawia blokowy schemat układu pomiarowego.

Sonda pomiarowa **s** składa się przykładowo z dwóch warstw **1**, **2** materiału sprężystego, z których warstwa wierzchnia **1** ma grubość porównywalną z długością poprzecznej fali powierzchniowej propagującej się na powierzchni sondy. Poszczególne warstwy **1**, **2** sondy charakteryzują się tym, że prędkość poprzecznych fal objętościowych w warstwie wierzchniej **1** jest mniejsza od takiej prędkości w warstwie podłoża **2**. Na górnej powierzchni sondy równoległe do jej bocznej powierzchni stykającej się z cieczą **3** usytuowany jest przetwornik nadawczo-odbiorczy **P1**. W innym rozwiązaniu sonda pomiarowa składa się z metalizowanej płytki piezoelektryka **5** o dwukrotnej osi symetrii równoległej do przetwornika nadawczo-odbiorczego **P2** usytuowanego na górnej powierzchni płytki poza powierzchnię metalizowaną **4** i równoległej do powierzchni bocznej płytki stykającej się z badaną cieczą **3**. Wejście przetwornika nadawczo-odbiorczego **P1**, **P2** połączone jest poprzez bramkę **B** z generatorem sinusoidalnej fali ciągłej **GW**. Drugie wejście bramki **B** połączone jest z generatorem impulsów prostokątnych **GP** połączonym z miernikiem częstotliwości **M**. Wejście przetwornika stanowiące jednocześnie jego wyjście połączone jest też z wejściem odbiornika **ODB**, którego wyjście połączone jest z oscyloskopem **OSC**. Drugie wejście odbiornika połączone jest poprzez tłumik **T** z generatorem impulsu porównawczego **GIP**.

Przetwornik nadawczo-odbiorczy **P1** wzbudza fale powierzchniowe typu Love'a, a przetwornik nadawczo-odbiorczy **P2** — fale powierzchniowe typu Blensteina — Gulajewa.

Impulsy elektryczne pobudzające przetwornik nadawczo-odbiorczy **P1**, **P2** otrzymuje się poprzez bramkowanie fali ciągłej pochodzącej z generatora wcz. **GW**. Impulsy odebrane w przetworniku nadawczo-odbiorczym **P1**, **P2** są wzmacniane w odbiorniku **ODB** i podawane na oscyloskop **OSC**.

W celu pomiaru częstotliwości powtarzania impulsów pobudzających przetwornik, regulujemy częstotliwość powtarzania impulsów prostokątnych z generatora **GP** tak, aby na oscyloskopie otrzymać maksimum interferencyjne wszystkich nieparzystych odbić impulsów fali powierzchniowej w sondzie.

Pomiar wykonujemy dwukrotnie, raz dla sondy obciążonej powietrzem, a drugi raz dla sondy obciążonej badaną cieczą **3**. Podczas powyższego pomiaru generator impulsu porównawczego **GT** oraz tłumik **T** są odłączone od układu pomiarowego.

W celu określenia szybkości zaniku amplitudy kolejnych odbić impulsów fali powierzchniowej w sondzie zwiększa się kilkanaście razy okres powtarzania impulsu pobudzających przetwornik nadawczo-odbiorczy **P1**, **P2**. Na ekranie oscyloskopu obserwuje się szereg kolejnych odbić impulsów fali powierzchniowej od końca sondy oraz impuls porównawczy z generatora **GP** umieszczony w pobliżu mierzonego impulsu odbitego. Za pomocą tłumika **T** reguluje się amplitudę impulsu

porównawczego tak, aby była ona równa amplitudzie wybranego impulsu odbitego. Odczytuje się wartość tłumienia α_1 wskazaną przez tłumik. Przesuwa się impuls porównawczy w pobliże kolejnego impulsu odbitego oraz za pomocą tłumika zrównuje się amplitudę impulsu porównawczego i kolejnego odbitego. Odczytuje się wartość tłumienia α_2 wskazaną przez tłumik. Wyznacza się różnicę tłumienia $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$.

Powyższe czynności pomiarowe przeprowadza się dwukrotnie, raz dla sondy obciążonej powietrzem, a drugi raz dla sondy obciążonej badaną cieczą. W wyniku otrzymuje się dwie wartości różnicy tłumienia, $\Delta\alpha_p$ i $\Delta\alpha_c$.

Właściwości reologiczne cieczy określa mechaniczna impedancja ścinania cieczy $Z_s = R_s + jX_s$.

Pomiary różnicy tłumień $\Delta\alpha_p$ i $\Delta\alpha_c$ oraz częstotliwości powtarzania f_p i f_c pozwalają wyznaczyć rzeczywistą R_s i urojoną X_s część impedancji ścinania Z_s :

$$R_s = Z_q/2 (1 - r)$$

$$X_s = Z_q/2 \theta$$

$$\text{gdzie } \theta = \pi f/f_c \cdot f_p (f_p - f_c)$$

f — częstotliwość wypełnienia impulsów pobudzających przetwornik nadawczo-odbiorczy

$$r = 10 \Delta\alpha_t/20$$

gdzie $\alpha_t = \Delta\alpha_c - \Delta\alpha_p$, a Z_q jest mechaniczną impedancją ścinania materiału sondy.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego polegający na określeniu modułu i fazy współczynnika odbicia na granicy ciała stałego z cieczą, fali padającej pod kątem 90° , poprzez dwukrotny pomiar częstotliwości powtarzania impulsów pobudzających przetwornik, dla której występuje maksimum interferencyjne impulsów ultradźwiękowych odbitych od swobodnego końca sondy oraz dwukrotny pomiar szybkości zaniku amplitudy kolejnych odbić tych impulsów w sondzie, przy czym pomiar przeprowadza się dla swobodnego końca sondy oraz dla sondy obciążonej badaną cieczą, **znamienny tym**, że moduł i fazę współczynnika odbicia określa się dla poprzecznej fali powierzchniowej propagującej się na powierzchni ciała stałego.

2. Urządzenie do pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego składające się z sondy pomiarowej w postaci pręta, którego swobodny koniec styka się z badaną cieczą, a na drugim końcu umieszczony jest przetwornik nadawczo-odbiorczy połączony z generatorem prostokątnych impulsów elektrycznych wypełnionych falą sinusoidalną oraz z odbiornikiem selektywnym, **znamienny tym**, że sondę (**s**) stanowi co najmniej dwuwarstwowa płytka z materiałów sprężystych, z których kolejne warstwy (**1, 2**) licząc od powierzchni w głąb płytki wykazują rosnącą prędkość poprzecznych fal objętościowych, a na górnej powierzchni płytki, równoległe do jej bocznej powierzchni stykającej się z badaną cieczą (**3**) usytuowany jest jeden przetwornik nadawczo-odbiorczy (**P1**).

3. Urządzenie do pomiaru właściwości reologicznych ośrodka ciekłego składające się z sondy pomiarowej w postaci pręta którego swobodny koniec styka się z badaną cieczą, a na drugim końcu umieszczony jest przetwornik nadawczo-odbiorczy połączony z generatorem prostokątnych impulsów elektrycznych wypełnionych falą sinusoidalną oraz z odbiornikiem selektywnym, **znamienny tym**, że sondę stanowi płytka z materiału piezoelektrycznego (**5**) o metalizowanej powierzchni, którego dwukrotna oś symetrii jest równoległa do przetwornika nadawczo-odbiorczego (**P2**) usytuowanego na górnej powierzchni płytki i równoległa do powierzchni bocznej płytki stykającej się z badaną cieczą (**3**).

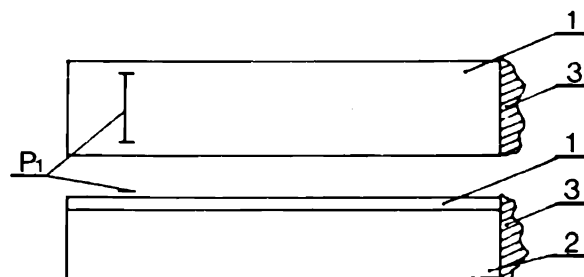


Fig.1

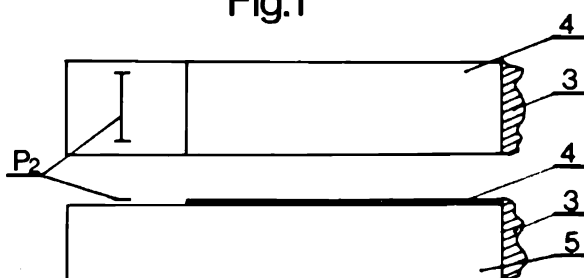


Fig.2

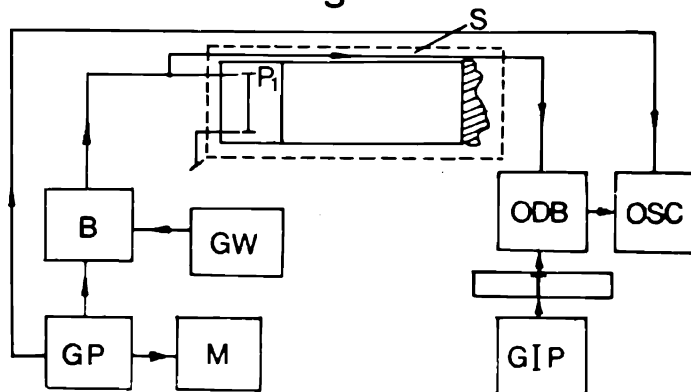


Fig.3