



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 22. XI. 1965 (P 111 731)

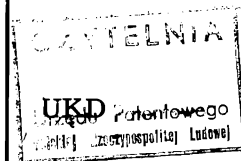
Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 23. III. 1967

Kl. 42 k, 21/01

MKP G 01 m

7/00



Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Józef Furmانيak, inż. Kazimierz Ostrowski

Właściciel patentu: Instytut Lotnictwa, Warszawa (Polska)

Urządzenie elektroniczne do prób zmęczenia i pomiaru częstotliwości drgań własnych części utwierdzonych jednym końcem, zwłaszcza łopatek maszyn wirnikowych

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie elektroniczne do prób zmęczenia i pomiaru częstotliwości drgań własnych części utwierdzonych jednym końcem, zwłaszcza łopatek maszyn wirnikowych, składające się ze wzбудnika elektromagnetycznego, czujnika drgań i elektronicznego urządzenia sterującego, przeznaczone do wzбудzania części utwierdzonych jednym końcem, w paśmie częstotliwości akustycznych i pomiaru tej częstotliwości z błędem mniejszym od 1%.

Dotychczasowe urządzenia do wzбудzania i pomiaru częstotliwości drgań własnych części utwierdzonych jednym końcem można podzielić na dwie grupy: pierwsze oparte na wykorzystaniu kosztownych wzбудników elektrodynamicznych o dużej sile elektrodynamicznej rzędu 200 kG i drugie — wzбудników elektromagnetycznych z podmagnesowaniem prądem stałym. Obydwa układy wymagają elektronicznego urządzenia automatycznej regulacji amplitudy drgań (kompresor).

Podmagnesowanie wzбудnika elektromagnetycznego prądem stałym poza kosztami inwestycyjnymi (dodatkowy zasilacz i dławik) pogarsza sprawność urządzenia (straty mocy w dławiku oddzielającym). Ponadto stosowanie belek z zamocowaniem wysięgnikowym dla uzyskania rezonansu mechanicznego zamocowania zwory wzбудnika elektromagnetycznego, ogranicza górną granicę częstotliwości drgań wzбудzanych.

Stosowanie czujników dotykowych w przypadku

2

badan części z materiałów nieferromagnetycznych powoduje zmianę częstotliwości drgań własnych badanej części, co wprowadza błąd do pomiaru częstotliwości trudny do określenia.

Urządzenie według wynalazku dzięki wprowadzeniu dwójkowego dzielnika częstotliwości do obwodu pętli sprzężenia zwrotnego, pozwoliło na wyeliminowanie we wzбудnikach elektromagnetycznych podmagnesowania prądem stałym (dławik i zasilacz), co w efekcie dało możliwość czterokrotnego zwiększenia siły wymuszającej drgania wzбудnika przy niezmiennym przekroju jego rdzenia. Potencjometryczne wyjście z dwójkowego dzielnika częstotliwości, charakteryzującego się stałą amplitudą napięcia wyjściowego, niezależnie od amplitudy sygnału przechodzącego z czujnika, pozwoliło na wyeliminowanie z obwodu pętli układu automatycznej regulacji amplitudy (kompresor). Zastosowanie podpór sprężystych do zamocowania zwory wzбудnika elektromagnetycznego zamiast belki utwierdzonej wysięgnikowo pozwoliło na rozszerzenie pasma wzбудzanych częstotliwości i uprościło konstrukcję wzбудnika.

Zastosowanie mikrofonu jako czujnika drgań części badanej, pozwala na bezdotkowe przetwarzanie drgań mechanicznych na elektryczne, niezależnie od rodzaju materiału części badanych. Natomiast dźwiękochłonna obudowa mikrofonu i zastosowanie falowodu akustycznego ograniczają wpływy innych źródeł dźwięku.

Urządzenie jest zilustrowane w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy urządzenia.

Jak pokazano na rysunku, na rdzeniu 1 złożonym z kształtek z blachy transformatorowej nawinięta jest cewka wzbudająca 2. Rdzeń 1 zamocowany jest w podstawie 3. Zwora 4 wykonana z kształtek z blachy transformatorowej zamocowana jest w uchwycie 5, który spoczywa na podporach sprężystych 6, związanych sztywno z podstawą 3. Na uchwycie 5 zwory 4 zamocowany jest sztywno zamkiem 7 łopatką 8. Czujnik 9 przymocowany do uchwytu 5 połączony jest ze wzmacniaczem mocy 10, zasilającym cewkę wzbudzącą 2, poprzez następujące podzespoły: wzmacniacz RC 11, przesuwnik fazy 12, zespół filtrów dolnozaporowych 13, dwójkowy dzielnik częstotliwości 14, zaopatrzony w potencjometr wyjściowy 15. Na wyjście wzmacniacza 11 podłączony jest licznik częstotliwości 16.

Jak już wspomniano, łopatką 8 zamocowana w zamku 7 pobudzona zostaje do drgań mechanicznych przez uderzenie lub szarpnięcie. Drgania mechaniczne łopatką 8 o częstotliwości własnej łopatką 8 zostają przetworzone na sygnał elektryczny przez czujnik 9. Jako czujnik 9 stosuje się znany mikrofon na przykład krystaliczny. Mikrofon ten umieszczony jest w osłonie dźwiękochłonnej z wyprowadzonym falowodem akustycznym, dzięki temu zapewniona jest kierunkowa charakterystyka mikrofonu w wąskim kącie przestrzennym. Falowód ten zbliżony jest swoim wlotem do swobodnego końca łopatką 8 prostopadłe do jej płaszczyzny.

Sygnał wytworzony przez czujnik 9 jest wzmacniany we wzmacniaczu RC 11, przechodzi poprzez regulowany przesuwnik fazowy 12, zespół filtrów dolnozaporowych 13 na dwójkowy dzielnik częstotliwości 14. Stałe w amplitudzie napięcie wyjściowe o częstotliwości dwukrotnie niższej od częstotliwości sygnału czujnika 9 podawane jest za pomocą potencjometru 15 na wejście wzmacniacza mocy 10, który zasilą cewkę wzbudzącą 2. Prąd przemienny przepływający przez cewkę wzbudzącą 2 wytwarza w rdzeniu 1 przemienny strumień magnetyczny działający na zworę magnetyczną 4 pobudzając ją do drgań z siłą proporcjonalną do kwadratu strumienia magnetycznego zgodnie z zależnością

$$P_z = \frac{K}{S} \cdot \left(\frac{\Phi_z}{V} \right)^2$$

We wzorze P_z oznacza zmienną siłę,

K — stały współczynnik,

Φ_z — przemienny strumień magnetyczny,

S — przekrój rdzenia 1,

V — współczynnik rozproszenia.

Częstotliwość działającej siły jest dwukrotnie wyższa od częstotliwości wytworzonego strumienia w rdzeniu 1 na skutek kwadratowej zależności między przemiennym strumieniem a siłą. W ten sposób częstotliwość pobudzania zgodna jest z czę-

stotliwością drgań własnych łopatką. Amplituda drgań wymuszonych zworą magnetyczną 4 wraz z związanym z nią uchwytem 5, zamkiem 7 i łopatką 8 zależna jest od sztywności podpór sprężystych 6, sztywności uchwytu 5 oraz masy drgającej. Największą sprawność uzyskuje się przy częstotliwościach drgań własnych całego układu drgającego, zbliżonej do częstotliwości drgań własnych łopatek 8.

Uzyskuje się to przez dobór sztywności podpór sprężystych 6. Dla podtrzymania drgań w obwodzie pętli zamkniętej koniecznym jest spełnienie warunku zgodności fazy między wymuszającą drgania a drganiami łopatką 8. Warunek zgodności fazy zapewniony jest za pośrednictwem regulowanego przesuwnika kąta fazowego 12 włączonego w obwód pętli zamkniętej. Dla zabezpieczenia wzmacniacza mocy przed przeciążeniem na niskich częstotliwościach, w obwodzie pętli zamkniętej znajduje się zespół filtrów dolnozaporowych 13 o regulowanym obszarze tłumienia. Na wyjściu wzmacniacza RC 11 podłączony jest dekadowy licznik częstotliwości 16 wskazujący częstotliwość drgań łopatką 8. Urządzenie służy również do badań zmęczenia łopatek przy czym przebieg badań można programować w amplitudzie potencjometrem 15.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Urządzenie elektroniczne do prób zmęczenia i pomiaru częstotliwości drgań własnych części utwierdzonych jednym końcem, zwłaszcza łopatek maszyn wirnikowych, składające się ze wzbudnika elektromagnetycznego, czujnika drgań i elektronicznego urządzenia sterującego w układzie ze sprzężeniem zwrotnym, **znamiennie tym**, że obwód sprzężenia zwrotnego elektronicznego urządzenia sterującego posiada znany dwójkowy dzielnik częstotliwości (12) umożliwiający pobudzenie wzbudnika prądem przemiennym z częstotliwością drgań własnych łopatką (8) bez podmagnesowania go prądem stałym.
2. Urządzenie wg zastrz. 1, **znamiennie tym**, że posiada potencjometr (15), poprzez który sygnał wyjściowy dwójkowego dzielnika częstotliwości (12) podany jest na wzmacniacz mocy (10), co umożliwia utrzymanie dowolnej stałej amplitudy prądu sterującego.
3. Urządzenie wg zastrz. 1, **znamiennie tym**, że uchwyt (5) wzbudnika elektromagnetycznego połączony jest sprężysto z podstawą (3) rdzenia (1) za pomocą podpór sprężystych (6).
4. Urządzenie wg zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jako czujnik drgań posiada znany mikrofon (9), na przykład krystaliczny, przy czym mikrofon ten umieszczony jest w obudowie dźwiękochłonnej z wyprowadzonym falowodem akustycznym zbliżonym swoim wylotem do swobodnego końca łopatką (8).

