

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

96901

Opis patentowy
przedrukowano ze względu
na zauważone błędy

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 26.03.75 (P. 179092)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 17.07.76

Opis patentowy opublikowano: 30.12.1978

MKP G01b 17/04
G01n 29/00

Int. Cl.² G01B 17/04
G01N 29/00

CZYTELNIJA

Urzędu Patentowego
Miejsce Zamówienia: 11

Twórcy wynalazku: Lech Franciszek Lipiński, Antoni Sliwiński

Uprawniony z patentu: Uniwersytet Gdański, Instytut Fizyki, Gdańsk
(Polska)

Sposób i urządzenie do pomiaru naprężeń wewnętrznych w elementach maszyn i konstrukcji

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do pomiaru naprężeń wewnętrznych w elementach maszyn i konstrukcji za pomocą drgań ultradźwiękowych.

Wynalazek dotyczy techniki pomiaru nieniszczących stanu naprężeń w ciałach stałych, sprężystych.

Znajomość stanu naprężeń, w szczególności zaś naprężeń własnych, w elementach maszyn oraz w całych układach mechanicznych, ma zasadnicze znaczenie dla oceny takich czynników jak zapas wytrzymałości oraz zapas zmęczenia i co za tym idzie pozwala na ocenę żywotności danego elementu czy też układu. Ocena ta jest zarówno ważna dla maszyn i urządzeń świeżo wyprodukowanych, jak też już eksploatowanych.

Znane i głównie dotychczas stosowane sposoby pomiaru naprężeń, spowodowanych obciążeniami zewnętrznymi, bądź też tak zwanych naprężeń własnych, polegają na pomiarach elastooptycznych odpowiednich modeli, wykonanych na podobieństwo badanych elementów lub układów. Sposoby te nie pozwalają na pomiar wartości naprężeń w konkretnej części czy w maszynie lecz jedynie na ich określenie przez analogię, w oparciu o podobne kształty modelu i przyłożone doń obciążenie.

Inny znany sposób polega na pomiarze naprężeń powierzchniowych badanego detalu lub układu za pomocą tensometrów i na wyliczeniu, na drodze analitycznej, naprężeń wewnętrznych. Ten sposób

2

nie pozwala jednak na bezpośrednie i natychmiastowe określenie stanu tych naprężeń.

Ostatnio są podejmowane próby wykorzystania ultradźwięków do pomiaru naprężeń wewnętrznych metodami defektoskopii ultradźwiękowej. Mierzoną wielkością jest prędkość rozchodzenia się ultradźwięków, określająca zarówno długość fali jak i wartość odbieranego sygnału. Przy bardzo wysokich naprężeniach rzędu 0,1% wartości modułu Younga, wstępują zmiany prędkości propagacji fal ultradźwiękowych wyrażające się wartościami setnej części procenta. Próby wykorzystania tego efektu do określenia naprężeń wewnętrznych nie dały jednak dotychczas zadowalających rezultatów, ze względu na duży rozrzut wyników jakim obarczone są precyzyjne pomiary szybkości dźwięku.

Przedstawiony powyżej stan techniki wskazuje, iż nie jest dotychczas znany sposób, ani urządzenie, umożliwiające bezpośrednie i natychmiastowe pomiary naprężeń wewnętrznych z zadowalającą dokładnością.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu i urządzenia do bezpośredniego oraz natychmiastowego pomiaru naprężeń wewnętrznych, jak też i tak zwanych naprężeń własnych.

Nieoczekiwanie okazało się, że postawiony cel można osiągnąć, wykorzystując nowo odkryte efekty wzrostu tarcia wewnętrznego ciał stałych pod wpływem istniejących w nich naprężeń. Zmiany tego tarcia, przy zmianach naprężeń w granicach

sprężystości danego ciała, są bardzo znaczne i dochodzące do 40%, a nieraz i więcej.

Pomiary tarcia przeprowadza się według wynalazku za pomocą aparatury ultradźwiękowej na dwóch rodzajach fal. Istotnym jest, iż stosuje się fale ścinające i fale podłużne. Stosunek tarcia wewnętrznego, pomierzonego za pomocą fal ścinających, do tarcia wewnętrznego, pomierzonego za pomocą fal podłużnych, jest miarą naprężenia wewnętrznego. Zasadniczym kryterium oceny wartości naprężeń wewnętrznych jest wartość tarcia wewnętrznego, pomierzonego za pomocą fal ścinających. Pomiar tarcia wewnętrznego obu rodzajami fal ultradźwiękowych odbywa się jednocześnie. Stosuje się dwa osobne przetworniki ultradźwiękowe. Każdy z nich pracuje na innym rodzaju drgań. Oba są wzbudzone z tego samego, wspólnego źródła.

Sposób i urządzenie według wynalazku umożliwiają bezpośredni i natychmiastowy pomiar naprężeń wewnętrznych, a zastosowanie jednoczesnego pomiaru tarcia wewnętrznego dwoma różnymi rodzajami drgań ultradźwiękowych wyklucza błędy grube, jakie mogą być wywołane czynnikami strukturalnymi badanego elementu. Sposób według wynalazku realizuje więc postawione zadania i jednocześnie wykazuje korzystne skutki techniczne i techniczno użytkowe. Sposób jest prosty, co zapewnia jednoznaczność wyników przy dużej dokładności wyników pomiarowych. Układ pomiarowy ma także przejrzysty układ ideowy i jest zrealizowany w oparciu o proste, niezawodne i sprawdzone elementy.

Przedmiotem wynalazku jest przedstawiony schematycznie na rysunkach, na których fig. 1 uwidacznia zestaw pomiarowy, a fig. 2 — układ aparatury pomiarowej.

Urządzenie składa się z dwóch przetworników ultradźwiękowych 2 i 3. Jeden z nich przetwarza drgania prądu elektrycznego o częstotliwości ultradźwiękowej na drgania mechaniczne ścinające, — drugi — na drgania mechaniczne podłużne. Drgania te są wprowadzane do badanego obiektu 4. Przetworniki 2 i 3 są połączone z elektronicznym układem wskazującym pomiarowym 1. (fig. 1).

Ten układ 1 (fig. 2) ma na wejściu dwa przełączniki nadawanie-odbioru 5 i 6. Impulsowy generator wzbudzający 8 jest dołączony do przetwornika 3 drgań podłużnych, a impulsowy generator wzbudzający 10 jest dołączony do przetwornika 2 drgań ścinających. Do przełącznika 5 dołączony jest wzmacniacz 7 impulsów echa i podobnie do przełącznika 6 jest dołączony wzmacniacz 9 impulsów echa. Oba te wzmacniacze 7 i 9 są połączone z analogowym lub cyfrowym układem przeliczającym 11, a ten z kolei z układem odczytowym 12, ze wskaźnikiem analogowym lub cyfrowym.

Sposób działania urządzenia jest następujący. Do badanego obiektu 4 przykładają się oba pomiarowe przetworniki 2 i 3, które sprzęgają się z nim w znany sposób na przykład za pomocą cieczy lub pasty sprzęgającej. Zapewnia to, przy odpowiednio płaskiej i gładkiej powierzchni badanego obiektu 4, dobrą transmisję zarówno drgań podłużnych jak i drgań ścinających. Oba przetworniki

2 i 3 pracują impulsowo zarówno na nadawanie jak i na odbiór z tym, że w trakcie odbioru przyjmują echa wielokrotne, których zanik jest miarą tłumienia fal ultradźwiękowych, a co za tym idzie i tarcia wewnętrznego. Wartość tego tarcia jest określana za pomocą układu pomiarowego 1 (fig. 1).

W układzie pomiarowym 1 impulsy prądu o częstotliwości ultradźwiękowej z generatorów 8 i 10 są przekazywane poprzez przełączniki nadawanie-odbioru 5 i 6 do odpowiednich przetworników. Odebrane następnie przez nie impulsy echa wielokrotnego, również przez te same przetworniki, są przekazywane z kolei do wzmacniaczy impulsów echa 7 i 9. Stąd są one doprowadzane do elektronicznego układu przeliczającego 11. Ten układ 11 samoczynnie wyznacza tłumienie fal ultradźwiękowych w obu kanałach, a następnie — na drodze analogowej lub cyfrowej — określa ich stosunek. Ow ten stosunek jest równy stosunkowi tarcia wewnętrznego pomierzonego w obu kanałach. Wartość tego stosunku, określana wielkością napięcia lub prądu, czy też zakodowana w postaci cyfrowej przez układ 11 jest doprowadzana następnie do układu odczytowego 12, który eksponuje ją na wskaźniku analogowym lub cyfrowym. Sygnał z tego ostatniego układu jest utrwalany za pomocą jednego ze znanych urządzeń zapisujących.

Opisany sposób i urządzenie do pomiaru naprężeń wewnętrznych znajduje zastosowanie do badań laboratoryjnych, przemysłowych i eksploatacyjnych. Służą one do określania wartości tych naprężeń w świeżo wyprodukowanych, jak też i już od dłuższego czasu eksploatowanych elementach i częściach maszyn. Szczególnie przydatnym jest on w produkcji i badaniach maszyn oraz sprzętu precyzyjnego, optycznego, pomiarowo-kontrolnego, w przemyśle obrabiarek i łożysk tocznych, elektronicznym, lotniczym i innych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru naprężeń wewnętrznych w elementach maszyny i konstrukcji przez wprowadzanie fal sprężystych, znamienny tym, że do badanego obiektu wprowadza się, najkorzystniej jednocześnie, fale sprężyste ścinające oraz podłużne, mierzy ich tłumienie, a tym samym tarcie wewnętrzne na tych dwóch rodzajach fal, przy czym utworzony stosunek tarcia wewnętrznego na fali ścinającej do tarcia wewnętrznego na falach podłużnych jest miarą wartości naprężeń wewnętrznych.

2. Urządzenie do pomiaru naprężeń wewnętrznych w elementach maszyny i konstrukcji, znamienne tym, że wyposażone jest w dwa pomiarowe przetworniki (2 i 3), z których jeden pracuje na falach ścinających, a drugi — na falach podłużnych i przetworniki te połączone są z dwoma przełącznikami nadawanie-odbioru (5 i 6), każdy dołączony do impulsowego generatora wzbudzającego (8, 10) i do wzmacniacza (7, 9), które z kolei połączone są z przeliczającym układem (11), samoczynnie wyznaczającym tłumienie i dołączonym do niego układem odczytowym (12).

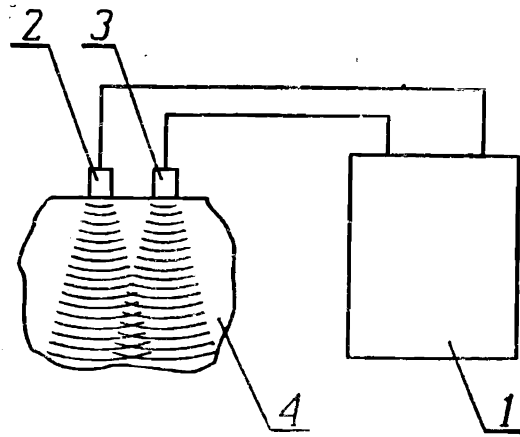


Fig. 1

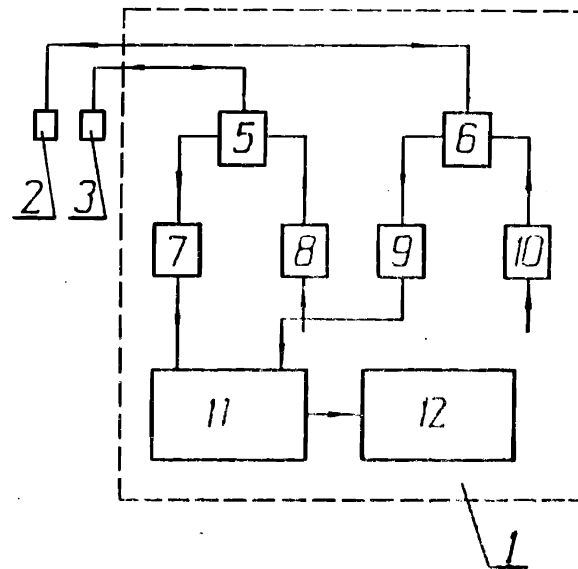


Fig. 2