



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 31. 10. 78 (P. 210641)

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 01. 07. 80

Opis patentowy opublikowano: 28. 09. 1984

Int. Cl.<sup>3</sup>

**G01H 1/00  
G01N 29/00**

**CZYTELNIĄ**

Urzedu Patentowego  
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

**Twórcy wynalazku:** Czesław Cempel, Paweł Kańduła, Mieczysław Świtała

**Uprawniony z patentu:** Politechnika Poznańska, Poznań (Polska)

## **Diagnoskop wibroakustyczny**

1

Przedmiotem wynalazku jest diagnoskop wibroakustyczny do stałej lub okresowej kontroli drgań i hałasu maszyn umożliwiający ocenę ich stanu technicznego.

Aktualnie są znane i stosowane proste urządzenia diagnostyczne, nazywane stetoskopami mechanicznymi: jak na przykład według publikacji — Hidachek R.J., Dodd V.R., Refinery — machinery surveillance and diagnostic program pays, The Oil and Gas Journal Oct. 18, 1978, pp. 70—82. Przykładem tego rodzaju stetoskopu mechanicznego jest urządzenie zbudowane z metalowego pręta, zakończonego puszką metalową względnie połączonego ze słuchawkami.

Znane są również stetoskopy wyposażone w przetwornik drgań, który z jednej strony jest połączony z prętem metalowym a z drugiej strony z wzmacniaczem i słuchawkami. Urządzenia te w pierwszym przypadku umożliwiają tylko obserwację słuchową drgań, a nie mają możliwości wzmocnienia i selekcji interesującego sygnału drgań i hałasu. W drugim przypadku odbierane są sygnały w pełnym paśmie częstotliwości i z tego powodu są trudne do analizy i do ustalenia źródła ich pochodzenia.

Znany jest także stetoskop wibroakustyczny według zgłoszonego wynalazku w Urzędzie Patentowym PRL za numerem P-203584. Stetoskop wibroakustyczny ma przetwornik drganiowo-hałasowy połączony z wstępnym wzmacniaczem, który z kolei

2

jest połączony poprzez układ filtrów selektywnych względnie poprzez bocznik z wzmacniaczem końcowym. Z wyjścia wzmacniacza końcowego są wykonane połączenia na słuchawki i na urządzenie rejestrujące.

Przetwornik drganiowo-hałasowy stanowi czujnik mikrofonowy osłonięty nasadką metalową mającą postać cylindra zamkniętego denkiem przechodzącym w pręt metalowy, lub w innym wykonaniu, nasadką elastyczną, którą stanowi cylinder z tworzywa elastycznego z pofalowanym denkiem i otworem. Drgania maszyny są przenoszone poprzez dobraną nasadkę do czujnika mikrofonowego, gdzie są przetwarzane na sygnał elektryczny i następnie przekazane na wzmacniacz wstępny połączony poprzez jeden z filtrów selektywnych lub przez filtry bocznikujące bezpośrednio połączone z wzmacniaczem końcowym, z którym są połączone również słuchawki i urządzenie rejestrujące.

Diagnoskop według wynalazku oparty jest o budowę stetoskopu wibroakustycznego, w którym przetwornik drganiowo-hałasowy jest poprzez wzmacniacz wstępny i układ filtrów selektywnych względnie mostek bocznikujący połączony z wzmacniaczem końcowym, z którego wyjście jest wykonane połączenie ze słuchawkami i urządzeniem rejestrującym.

Istota konstrukcji układu diagnoskopu polega na tym, że przetwornik drganiowo-hałasowy wyposażony w wymienne penetratory drgań i hałasu

jest połączony poprzez wstępny wzmacniacz z trzytorowym blokiem całkowania typu RC, a następnie z trzypozycyjnym łącznikiem mierzonej wielkości to jest przyspieszenia, prędkości i przemieszczenia drgań. Wyjście łącznika jest połączone z końcowym wzmacniaczem mającym sprzężenie zwrotne automatycznej regulacji wzmocnienia. Wzmacniacz ma wyjścia na zewnętrzny monitor podglądu obrazu, na słuchawki do bezpośredniej obserwacji akustycznej i na procesor analogowy przetwarzający obserwowany sygnał w mierzony współczynnik impulsowości, stanowiący wartość bezwzględną wynikającą z ilorazu wartości szczytowej amplitudy badanego procesu do jego wartości średniej. Z procesorem jest połączony indykator np. wskazówkowy, wchodzący w skład diagnostyki.

Przetwornik drganiowo-hałasowy jest zbudowany z czujnika mikrofonowego połączonego na stałe z cylindryczną nasadką. Nasadka ma od czoła wykonany otwór z gwintem, w którym mocowane są wymienne penetratory, zaś wewnątrz jest wyklejona materiałem pochłaniającym i wytłumiającym dźwięk. Do takiego przetwornika, który jest przystosowany do pomiaru drgań maszyny lub jej elementów i zespołów są dołączane penetratory do pomiaru drgań np. łożysk w postaci iglicowego czujnika posiadającego u nasady gwint i wewnątrz drażony otwór, do pomiaru drgań wałów jest stosowany penetrator zbudowany z nasady zakończonej gwintem z którą łączą się rozwidlone dwa ramiona pokryte warstwą tworzywa, zaś do pomiaru hałasu pulsacji gazowego czynnika roboczego jest stosowany penetrator, którego nasadka z gwintem ma wykonany wewnętrzny kanał łączący się z prostopadłe usytuowanym przewodem rurowym o ściętych końcach.

Diagnoskop wibroakustyczny według wynalazku, jest naturalnym krokiem rozwojowym w budowie prostych i przenośnych urządzeń diagnostycznych. W tym znaczeniu wykorzystuje wszystkie główne zalety stetoskopu w stosunku do którego wyróżnia się następującymi cechami.

Diagnoskop pozwala na obiektywną ocenę ilościową i jakościową badanego procesu lub zjawiska drganiowo-hałasowego. Dokonuje pomiaru bezwzględnej wartości z jednoczesną możliwością obserwacji optycznej na zewnętrznym monitorze i akustycznej poprzez słuchawki. Wskaźnik impulsowości jako iloraz amplitudy szczytowej procesu do wartości średniej jest niewrażliwy na zmiany amplitudowe a jedynie na zmiany charakteru badanego procesu. Pozwala to na zrezygnowanie z pomiarów bezwzględnej wartości amplitudy. Takie pomiary wymagają stabilnych urządzeń o kalibrowanym stałym współczynniku wzmocnienia i stosowania przetworników drganiowo-hałasowych o wysokiej jakości, nieczułych na zmiany warunków otoczenia pomiarowego.

Dla diagnostyki eksploatacyjnej maszyn wiadome jest, że zmiany stanu technicznego dają w efekcie zmiany amplitudowe generowanych drgań i hałasu i równoczesne zmiany w ich charakterze czasowym i częstotliwościowym.

Zastosowanie więc do celów diagnostyki współczynnika impulsowości nie wymaga od urządzenia

stabilności amplitudowej toru pomiarowego, a jednocześnie pozwala na budowę prostych urządzeń w konstrukcji i obsłudze.

Diagnoskop według wynalazku jest wyposażony w przetwornik drganiowo-hałasowy dopasowany do układu. Nasadka przetwornika jest w sposób trwały połączona z czujnikiem mikrofonowym zabezpieczając go przed ewentualnym uszkodzeniem. Z nasadką są łączone wymienne penetratory drgań i hałasu.

Ponadto diagnostyka jest wyposażony w układ sprzężenia zwrotnego gwarantujący samoczynną automatyczną regulację wzmocnienia i w blok całkowania z trójpzycyjnym łącznikiem, który pozwala na wybór rodzaju mierzonej wielkości i tak przyspieszenie drgań mierzy się połączeniem bezpośrednim, prędkość poprzez blok całkowania, a przemieszczenia poprzez blok podwójnego całkowania. Układ automatycznej regulacji wzmocnienia normalizując sygnał do wartości średniej dokonuje w istocie operacji ciągłego dzielenia.

Rozwiązanie według wynalazku jest uwidocznione w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym na fig. 1 przedstawiony jest schemat blokowy diagnostyki, fig. 2 przedstawia widok przetwornika z czujnikiem mikrofonowym połączonym z nasadką, fig. 3 — widok penetratora drgań maszyny lub jej zespołów, fig. 4 — penetrator drgań wału i fig. 5 — penetrator pulsacji gazowego czynnika roboczego na wlocie lub wylocie.

Budowa i zasada działania diagnostyki według wynalazku w przykładowym rozwiązaniu jest następująca.

Drganiowo-hałasowy przetwornik 1 jest poprzez wstępny wzmacniacz 2 połączony z trójtorowym blokiem całkowania 3, którego każdy tor jest połączony z trójpzycyjnym łącznikiem 4. Bezpośrednim połączeniem dokonuje się pomiaru przyspieszenia  $a$ , połączeniem przez tor całkowania pojedynczego mierzy się prędkość  $v$ , a przez tor podwójnego całkowania mierzy się przemieszczenie  $x$ . Z łącznika 4 jest wykonane połączenie na wejście końcowego wzmacniacza 5 wyposażonego w zwrotne sprzężenie 6 samoczynnej automatycznej regulacji wzmocnienia, którym normalizuje się sygnał do wartości średniej, dokonując operacji ciągłego dzielenia. Do wyjścia wzmacniacza 5 są dołączone słuchawki 7 do bezpośredniej obserwacji akustycznej i analogowy procesor 8 przetwarzający obserwowany sygnał w mierzony współczynnik impulsowości.

Ponadto z procesorem 8 jest połączony wskazówkowy indykator 9. Układ ma również wyprowadzenie na zewnętrzny monitor 10. Natomiast drganiowo-hałasowy przetwornik 1, jest zbudowany z czujnika mikrofonowego 11 osadzonego na stałe w nasadce 12. Nasadka 12 ma od czoła wykonany gwintowany otwór 13, w który wkłada się wymienne penetratory. Ponadto wokół otworu 13 nasadka 12 ma warstwę miękkiej gumy 14 a wewnątrz nasadka ta jest wyklejona warstwą tłumiącego materiału 15.

Do pomiaru hałasu w otoczeniu maszyny stosuje się przetwornik 1 nie uzbrojony penetratorem. Natomiast do pomiaru drgań maszyny lub jej elemen-

tów i zespołów przetwornik 1 wyposaża się w penetrator 16, którego konstrukcję stanowi metalowy pręt stożkowo zwężający się do kształtu iglicy. U nasady penetrator 16 ma wykonany gwint 17, a wewnątrz wydrążony otwór 18. Do pomiaru drgań wałów stosuje się penetrator 19, mający kształt czujnika z dwoma ramionami 20 rozwartymi pod kątem około 90°, przy czym ramiona te są pokryte warstwą 21 odpornego na ścieranie i temperaturę tworzywa. U nasady penetrator ma gwint 22 do połączenia z przetwornikiem.

Inną konstrukcję ma penetrator 23 do pomiaru hałasu pulsacji gazowego czynnika roboczego na wlocie lub wylocie. Penetrator jest zbudowany z prostopadle do siebie usytuowanej nasady z gwintem 24 mającej wewnętrzny otwór 25 oraz równego przewodu 26 ze ściętymi ukośnie wylotami, poprzez który przepływa gazowy czynnik.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Diagnostyk wibroakustyczny oparty o budowę stetoskopu wyposażonego w przetwornik drganiowo-hałasowy połączony poprzez wzmacniacz ze słuchawkami i urządzeniem rejestrującym, **znamienny tym**, że przetwornik drganiowo-hałasowy (1) z wymiennymi penetratorami jest połączony poprzez wstępny wzmacniacz (2) z trzytorowym blokiem całkowania (3), którego wyjścia są połączone

z trójpozycyjnym łącznikiem (4) rodzaju mierzonej wielkości, przyspieszenia (a), prędkości (v) i przemieszczenia (x) drgań, a następnie z końcowym wzmacniaczem (5) mającym zwrotne sprzężenie (6) automatycznej regulacji wzmocnienia, z którym są połączone słuchawki (7) i analogowy procesor (8), z którym z kolei połączony jest wskazówkowy indykator (9), a ponadto układ ma wyprowadzenie na zewnętrzny monitor (10), przy czym przetwornik drganiowo-hałasowy (1) jest zbudowany z czujnika mikrofonowego (11) na stałe połączonego z nasadką (12) o kształcie cylindra, która ma z czoła wykonany gwintowany otwór (13) otoczony pierścieniem (14) z elastycznego materiału, a wewnętrzna część nasadki (12) między czołem a mikrofonem jest wyklejona materiałem (15) pochłaniającym dźwięk.

2. Diagnostyk według zastrz. 1, **znamienny tym**, że penetrator (16) jest zbudowany w kształcie iglicy mającej u nasady gwint (17) i wewnątrz wydrążony otwór (18).

3. Diagnostyk według zastrz. 1, **znamienny tym**, że penetrator (19) jest zbudowany z dwóch rozwidlonych ramion (20) pokrytych warstwą (21) z tworzywa i nasady zakończonej gwintem (22).

4. Diagnostyk według zastrz. 1, **znamienny tym**, że penetrator (23) jest zbudowany z nasady zakończonej gwintem (24) i posiadającej wewnętrzny kanał (25) usytuowany prostopadle do rurowego przewodu (26), którego końce są ukośnie ścięte.

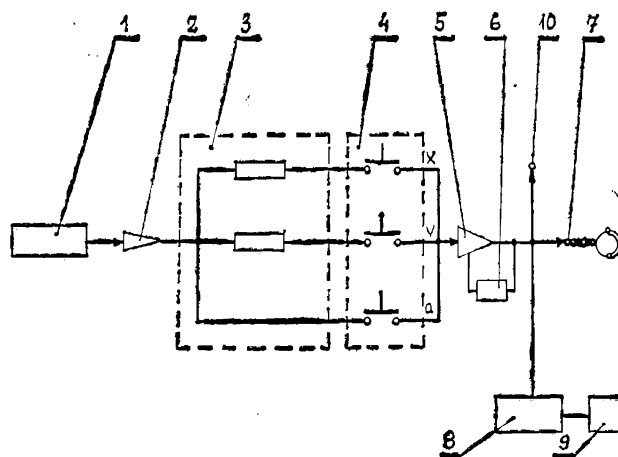


fig. 1

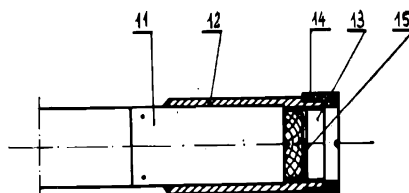


fig. 2

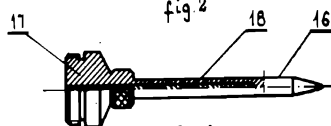


fig. 3

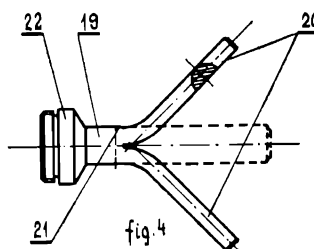


fig. 4

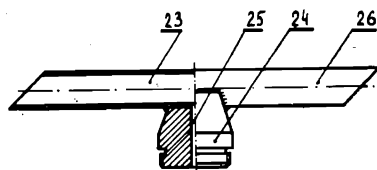


fig. 5