ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994

Seria: MECHANIKA z. 115 Nr kol. 1230

Władysław KALIŃSKI, Wojciech PILLICH
Katedra Mechaniki Robotów i Maszyn Roboczych Ciężkich
Politechnika Śląska

DRGANIA W OCENIE STANU TECHNICZNEGO MASZYNY

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań stanu technicznego mechanizmu obrotu o dużej bezwładności. Do pomiarów zastosowano dwukanałowy analizator sygnału firmy Hewlett-Packard HP 3560A. Wyniki badań są bazą przy podejmowaniu decyzji naprawczych w czasie remontu urządzenia.

VIBRATION IN TECHNICAL CONDITION APPRECIATION OF MACHINE

Summary. In the paper investigation results of technical condition of a rotation mechanism with great inertia has been presented. For machine investigation the dynamic signal analyzer HP 3560A has been applied. Investigation results are basis for taking a decision of machine repairing during the overhaul.

КОЛЕБАНИЯ КАК ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН

Резюме. В работе представлено результаты испытаний технического состояния механизма вращения с большой инерцей. Измерения проведено на двухканальном анализаторе фирмы Hewlett - Packard HP 3560A. Результаты испытаний могут быть основой при решении задач ремонта машины.

1. WSTĘP

Badane urządzenie zaprojektowane zostało pod koniec lat pięćdziesiątych, a oddane do eksploatacji na początku lat sześćdziesiątych. Nie posiada kompletnej dokumentacji

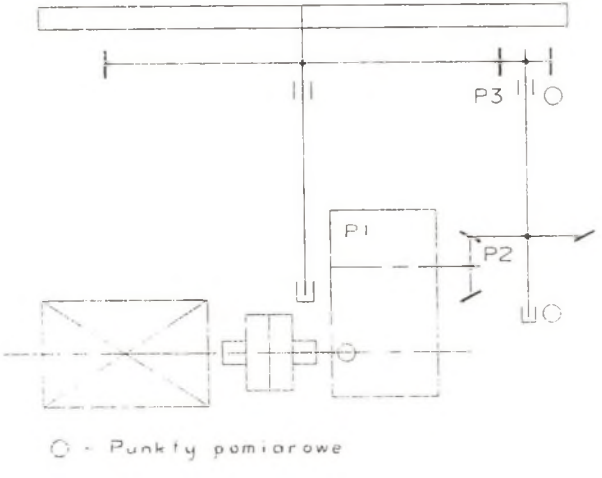
techniczno-ruchowej, np. rysunków wykonawczych większości elementów, a także charakterystyk silnika i jego prędkości kątowych na poszczególnych stopniach załączania. Uzyskanie tych danych jest trudne technicznie i przy współczesnych metodach pomiaru i analizy niecelowe. W czasie ruchu maszyna obciążona jest ponadto siłami aerodynamicznymi, zależnymi od wielkości i sposobu obciążenia i bocznym wiatrem, co znacznie komplikuje model mechanodynamiczny.

Można zastąpić badania analityczne modelu maszyny pomiarami wykonywanymi bezpośrednio na obiekcie w czasie ruchu. Z kolei analiza otrzymanych wyników badań dostarcza użytkownikowi maszyny wskazówek remontowych [1].

2. OPIS OBIEKTU BADAŃ

Obiekt w okresie użytkowania ulega zużyciu eksploatacyjnemu, objawiającemu się między innymi w zwiększonymi składowymi widma przyspieszenia drgań. Niezbędna jest ich analiza w celu określenia przyczyn drgań i sposobu ich usunięcia lub zmniejszenia.

Maszyna zbudowana jest z wieży kratownicowej, na szczycie której znajduje się układ napędowy, przedstawiony na rys.1.



Rys.1. *Schemat kinematyczny układu napędowego*
Fig.1. *Kinematical scheme of power transmission system*

W skład badanego układu napędowego wchodzą:
- pierścieniowy silnik prądu zmiennego o obrotach synchronicznych n = 1000 obr./min i mocy P = 105 kW,
- podatne sprzęgło palcowe,
- zamknięta przekładnia o przełożeniu $i_1 = 6$,
- otwarta przekładnia stożkowa o przełożeniu $i_2 = 2{,}476$,
- otwarta przekładnia walcowa o przełożeniu $i_3 = 9{,}6$, wprawiająca w ruch koronę urządzenia.

W tablicy 1 zestawiono częstotliwości wzbudzenia drgań związane z pracą urządzenia na dwóch stopniach biegu silnika.

Tablica 1

Charakterystyczne częstotliwości układu napędowego

Przyczyny wzbudzenia drgań	Charakterystyczne częstotliwości wzbudzenia drgań f [Hz]	
	Obroty silnika n [obr/min]	
	950	777
Obrót wału pionowego koła dużego przekładni otwartej	0.111	0.091
Wał pionowy przekładni stożkowej	1.07	0.87
Wał wolonobieżny przekładni zamkniętej	2.64	2.16
Obroty silnika napędowego	15.85	12.95
Wymuszenia z otwartej przekładni walcowej	16.0	13.1
Wymuszenia z przekładni stożkowej	55.5	45.3
Prąd elektryczny	50.0	50.0
Wymuszenia od sworzni sprzęgła przy silniku	127.0	103.0
Wymuszenia od zazębienia przekładni zamkniętej	334.0	270.0

Zamieszczone w tablicy obroty silnika odpowiadają szóstemu i trzeciemu stopniowi załączenia silnika. Badania prowadzono głównie na trzecim stopniu rozruchowym.

3. ZASTOSOWANA APARATURA

Ze względu na trudne warunki dostępu do układu napędowego maszyny, badania można było zrealizować przeprowadzając rejestrację przebiegów czasowych przyspieszenia drgań za pomocą cyfrowego magnetofonu pomiarowego, i wykonując następnie w laboratorium analizę zarejestrowanych wyników pomiarów, lub posługując się przenośnym dwukanałowym analizatorem sygnałów.

Prowadzenie badania pierwszym sposobem uniemożliwia ocenę wyników pomiarów i analiz na miejscu oraz podjęcie decyzji ewentualnego rozszerzenia zakresu badań. Zastosowanie przenośnego analizatora sygnałów pełniącego zarazem funkcję rejestratora pozwala na bieżąco oceniać wyniki i skraca okres badań.

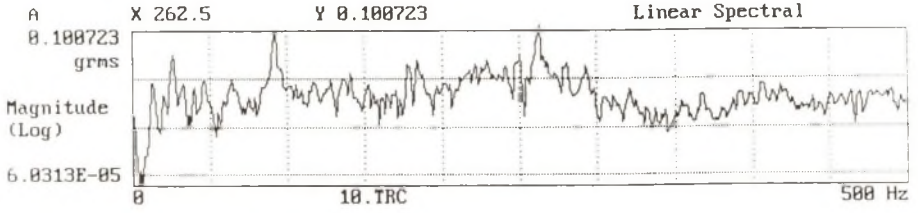
Do badań układu zastosowano dwukanałowy przenośny analizator sygnałów firmy Hewlett-Packard HP 3560A wraz z zestawem akcelerometrów typu ICP firmy Piezotronics. Czujniki te nie wymagają stosowania oddzielnych przedwzmacniaczy i podłącza się je bezpośrednio do analizatora.

Analizator wraz z bateriami ma masę 3,2 kg i jest przystosowany do obsługi w miejscach trudno dostępnych o złym oświetleniu. Posiada stałą pamięć pozwalającą zarejestrować kilkaset przebiegów czasowych, widm, funkcji koherencji itp. równoczesnie dla dwóch kanałow [2].

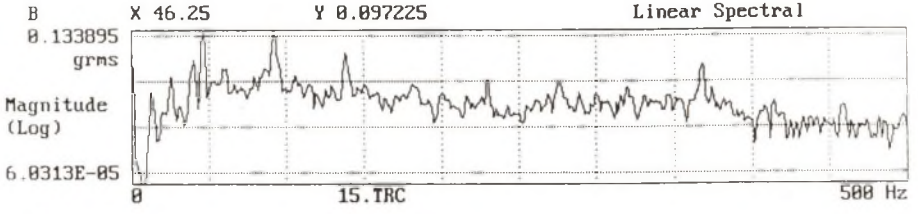
4. WYNIKI BADAŃ

Badania przeprowadzono w pomieszczeniu układu napędowego rejestrując i analizując przebiegi przyspieszenia drgań wybranych punktów mechanizmu oraz ustroju kratownicowego wieży w części górnej - maszynownia i w części dolnej - pomieszczenie sterowni. Na miejscu podejmowano decyzję badań dodatkowych analizując uzyskane przebiegi czasowe i ich widma.

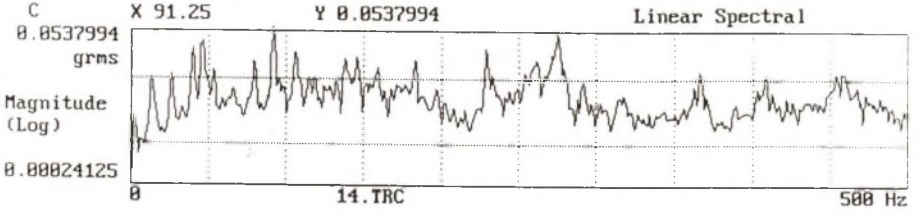
Na rys.2-5 pokazano przykładowe widma przyspieszenia drgań wybranych punktów pomiarowych, natomiast na rys.6 funkcje koherencji sygnałów drgań słupa i przekładni zamkniętej.



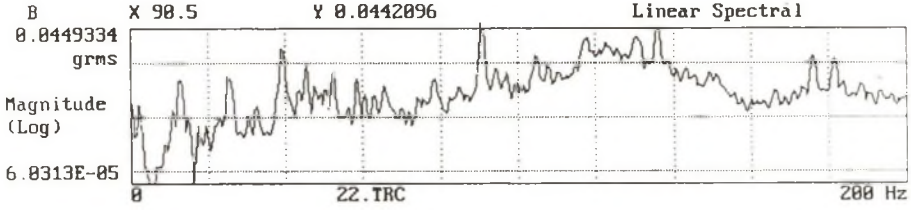
Rys.2. *Drgania pionowe łożyska wejściowego wału przekładni P1*
Fig.2. *Vertical vibration of bearing of input shaft of gear P1*



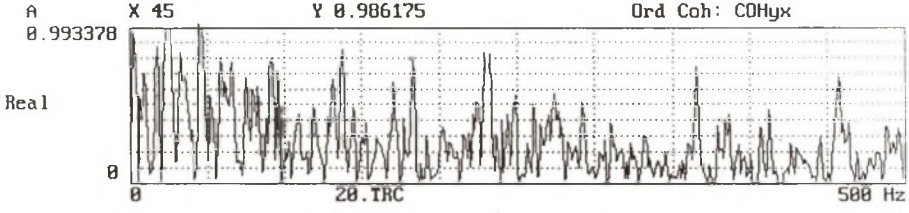
Rys.3. *Drgania pionowe łożyska stopowego wału pionowego przekładni P2*
Fig.3. *Vertical vibration of footstep bearing of vertical shaft of gear P2*



Rys.4. *Drgania poziome łożyska promieniowego przekładni P2*
Fig.4. *Horizontal vibration of radial bearing of gear P2*



Rys.5. *Drgania poziome ustroju nośnego*
Fig.5. *Vertical vibration of load-carrying structure*



Rys.6. *Funkcja koherencji drgań wieży i przekładni P1*
Fig.6. *Coherence function of vibration of tower and gear P1*

5.WNIOSKI

Zastosowanie przenośnego dwukanałowego analizatora drgań pozwoliło zrealizować w trudnych warunkach pomiary i przeprowadzić analizę częstotliwościową przebiegów przyspieszenia drgań punktów pomiarowych wybranych podczas wstępnej analizy układu napędowego urządzenia. Nie przeprowadzono analizy dla rozdzielczości widma mniejszej od 0,5 Hz z uwagi na dolną częstotliwość akcelerometrów użytych do badań.
Wyniki badań i obserwacji między innymi wykazują, że:

1. Maksymalne składowe w widmie przyspieszenia drgań ustroju kratowego wieży występują w czasie przełączania stopni rozruchowych podczas niewłaściwie prowadzonego rozruchu.
2. Podczas ruchu ustalonego głównym źródłem drgań jest przekładnia stożkowa.
3. Stwierdzono również duży wpływ niewłaściwego ustawienia i stanu technicznego sprzęgła podatnego między silnikiem a przekładnią zamkniętą, na składowe w widmie przyspieszenia drgań mechanizmu napędowego i ustroju kratownicowego wieży.

4. Duże składowe w widmie przyspieszenia drgań urządzenia związane są również z działaniem zamkniętej przekładni walcowej (częstotliwość zazębienia).

Na podstawie wyników badań i analiz zarejestrowanych przebiegów czasowych i ich widm można było zaproponować zakres prac naprawczych. Należy jednak zaznaczyć, że badania układu napędowego byłyby prostsze, a wyniki analizy uzyskanych widm przyspieszenia drgań pełniejsze, jeśli dysponowano by wynikami wczesniej przeprowadzonej analizy dynamicznej urządzenia.

LITERATURA

[1] Cempel Cz.: Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. PWN, Warszawa 1989.

[2] HP3560A portable dynamic signal analyzer - operating and service guide. Software version. Washington D.C.: Hewlett-Packard Company, 1993.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Lamber

Wpłynęło do Redakcji w grudniu 1993 r.

Abstract

Technical parameters of a machine may be reckoned in modelling studies also in practical manner while investigation on a real object. In various reasons a numerical experiment on an analytical model of a machine is very difficult or impossible. Then it is possible to apply effective machinery measurements using a dynanamic signal analyzer.

Such an example of mechanism is a power transmission system, fig.1, of a great roundabout.

This mechanism is on the truss tower about 30 m above the foundation. Therefore the portable dynamic signal analyzer has been used. It can measure stationary and rapidly changing signals in two input channels with easy. Stored data with the type of data may be selectively viewed on a display. In measuring points, fig.1, each vibration spectrum was compared with mechanical parameters of the mechanism.

By way of example the vibration spectrum magnitude, fig.2-5, and coherence function, fig.6, have been presented.

Results of investigations and analyses have been giving instructions for overhaul of the power transmission system of the rotation mechanism.