ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI SLĄSKIEJ 1990

Seria: MECHANIKA z.103 Nr kol. 1112

Mirosław Malec

Zakład Mechaniki Stosowanej

Akademia Techniczno-Rolnicza

WYWAŻANIE W ŁOŻYSKACH WŁASNYCH W WARUNKACH DUDNIENIA

Streszczenie. Dudnienie drgań mechanicznych utrudnia proces wyważania w łożyskach własnych maszyn wirnikowych. Poszukuje się przyczyn tych utrudnień. Podjęto próbę określenia zmienności kąta fazowego pomiędzy siłą od niewyważenia a odpowiadającym jej ruchem (dla zamodelowanego określonego miejsca w maszynie).

Przyjęte oznaczenia w tekście:

P - amplituda siły wymuszającej

$D=H\sqrt{k^2+c^2\omega^2}$ - amplituda siły pochodzącej od wymuszenia kinematycznego

H - amplituda ruchu wymuszenia kinematycznego

$x_1=x_{10}\sin((1+\Delta)\omega t+\alpha_n)$ - przemieszczenie od wymuszenia dynamicznego

$x_2=x_{20}\sin\omega t$ - przemieszczenie od wymuszenia kinematycznego

φ - kąt fazowy pomiędzy siłą a odpowiadającym jej ruchem

$tg\delta$ - kąt fazowy pomiędzy przebiegami funkcji wielkości: H i D

$\alpha_n = 2\Pi\Delta s$ - chwilowy kąt fazowy pomiędzy przebiegami sił od wymuszenia kinematycznego i dynamicznego

v_v - prędkość względna końców tłumika wiskotycznego

c - współczynnik tłumienia wiskotycznego

ω - częstość obrotowa

k - współczynnik sztywności

Δ - współczynnik rozstrojenia częstości obrotowej

s - liczba cykli

1. WSTĘP

Pracująca maszyna, np. wentylator, której wirnik wyważamy, wykonuje drgania złożone. Przyjmijmy do rozważań zagadnienie jednopłaszczyznowe, tj. takie, w którym występuje tylko siła od niewyważenia. Z punktu widzenia wyważania interesuje nas tylko ta składowa ruchu, której częstość

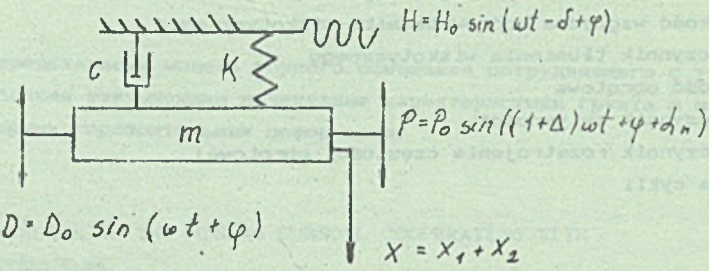
odpowiada częstości obrotowej wirnika (odpowiadająca sile odśrodkowej). Czynnością niezbędną do znalezienia wartości i fazy siły odśrodkowej jest pryyjęcie fizycznego i obliczeniowego modelu układu drgającego. Modelujemy więc miejsce, w którym zamocowany jest czujnik drgań w kierunku jego głównej osi, za pomocą rezonatora mechanicznego o jednym stopniu swobody. Model taki, choć prosty, w przeważającej liczbie przypadków, pozwala uzyskiwać zadowalające wyniki, wystarczająco dokładnie przedstawiając rzeczywistość w miejscu i w kierunku mocowania czujnika drgań. Nie zachodzi w takich przypadkach, potrzeba jego modyfikowania. Podczas częściowej identyfikacji dynamicznej, która występuje podczas wyważania w łożyskach własnych, otrzymujemy wartości siły P_o oraz kąta φ, przesunięcia fazowego pomiędzy siłą a odpowiadającym jej ruchem.

2. POSZUKIWANIE KATA FAZOWEGO ϕ

Jeżeli podczas pracy maszyny wirnikowej występuje dudnienie wywołane wymuszeniem kinematycznym, proces wyważania oparty na takim modelu jest mało efektywny. Zawodzą w tym przypadku wszystkie metody oparte na separacji użytecznego sygnału, pochodzącego od siły odśrodkowej, ze złożonego sygnału, pochodzącego z czujnika drgań. Identyfikacja wartości siły odśrodkowej i jej położenia bywa błędna. W związku z tym istnieje potrzeba sprawdzenia zachowania się układu w takich warunkach.

W przypadkach technicznych zachodzi to np., gdy dwie maszyny wirnikowe, napędzane silnikami asynchronicznymi, zamontowane są na wspólnym stropie.

W miejscu mocowania czujnika, w kierunku jego głównej osi, ruch maszyny przyrównujemy do ruchu układu mechanicznego o jednym stopniu swobody.



Rys.1. Model układu mechanicznego
Fig.1. Model of the mechanikal set

W celu wyznaczenia kąta fazowego ϕ, postępujemy w sposób następujący: zakładamy, że mamy do czynienia z drganiami ustalonymi, że źródło

wymuszenia kinematycznego znajduje się poza układem i jest źródłem sztywnym. Bilansujemy następnie energię przepływającą przez układ, według zasady: energia dostarczona L_1 poprzez działanie: siły zewnętrznej P i wymuszenia kinematycznego, którego działanie określa siła D, - jest równa energii traconej L_2 w tłumiku wiskotycznym, czyli:

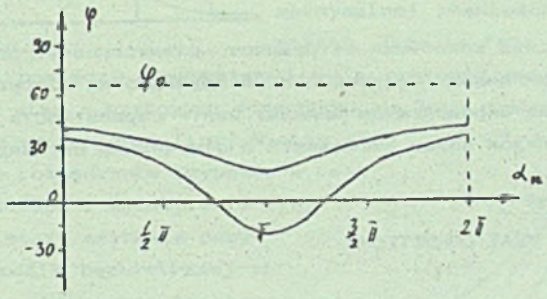
$$L_1=L_2 \tag{1}$$

$$L_1=\int_0^x (P+D)dx=k\int_0^{2\pi/\omega}(P+D)v\,dt \tag{2}$$

$$L_2=\int_0^x cv_v dx=\int_0^{2\pi/\omega} cv_v^2 dt \tag{3}$$

Po przyrównaniu równań (2) i (3) otrzymujemy równanie algebraiczne 2 stopnia ze względu na sinφ, którego pierwiastków poszukujemy. Program obliczeniowy porównuje wielokrotnie, w pętli, energie dla kolejnych okresów drgań, znajdując kolejno, w każdej pętli, pierwiastki równania.

Otrzymano w wyniku s podwójnych pierwiastków, których wartości nie są stałe. Kąt wyprzedzenia siły względem ruchu zależy w tym przypadku nie tylko od parametrów mechanicznych układu, ale również od stosunku amplitud i wzajemnego przesunięcia fazowego pomiędzy wektorami wymuszenia dynamicznego i kinematycznego.



Rys. 2. Wyniki obliczeń

Fig. 2. Results of calculations

Przedstawiono wyniki dla danych:

ω=34 rad/s m=21 kg

Δ=0.026 K=36000 N/m

$H = 0.001$ i 0.0001 m $P_o = 120$ N

$c = 800$ kg/s

Można więc sądzić, że stąd wynikają trudności obserwowane podczas wyważania wirników w warunkach dudnienia.

Nie wyznaczono związków analitycznych, za pomocą których można obliczyć chwilową wartość kąta φ.

2. WNIOSEK

W przyjętym do obliczeń, podczas wyważania, modelu układu mechanicznego, w którym energia dopływa dwiema drogami: za pośrednictwem siły wymu:zającej i działającego wymuszenia kinematycznego, kąt wyprzedzenia siły względem ruchu jest zmienny i zależy nie tylko od mechanicznych parametrów układu, ale również od stosunku amplitud i względnej fazy pomiędzy tymi wymuszeniami.

LITERATURA

[1] Hartog J.P.: Drgania mechaniczne. PWN, Warszawa 1962.
[2] Osiński Z.: Teoria drgań. PWN, Warszawa 1978.
[3] Parszewski Z.: Drgania i dynamika maszyn. PWN, Warszawa 1982.

БАЛАНСИРОВКА В СОБСТВЕННЫХ ПОДШИПНИКАХ В УСЛОШВИЯХ БИЕНИИ

Р е з ю м е

Бление механических колебании затрудняет бaлансировку роторных машин в собствиенных подшипниках. Ведутся поиски причин этих затрудниекий. Была сделана попытка, дла определенной модели, наити вариантность значения фозоного ыгла между силой полем дисбаланса и отвечающим еи движением.

FIELD BALENCING IN BEAT CONDITIONS

S u m m a r y

The beat of mechanical vibration makes the process of field balancing of turbo-machine difficult. The reasons of thoce difficulties are looked for. The trial was made, for a determined model, to define the variation of phase angles value between the force from nonbalancing and corresponding motion.