Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska

Laboratorium Dynamiki Maszyn

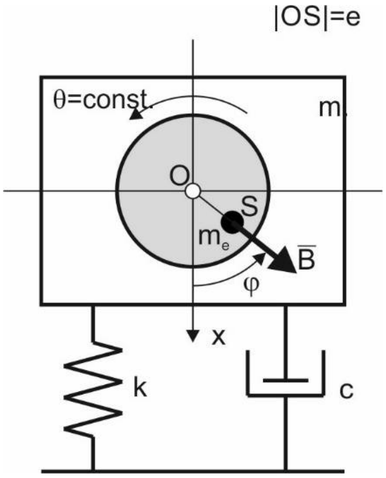
Laboratorium nr 07

Temat: Drgania wymuszone

Przeanalizować drgania wymuszone przez niewyważenie masy wirującej z zastosowaniem stanowiska laboratoryjnego przedstawionego na rys. 1.

Rys .1. Układ wirnikowy

W tym celu przyjmujemy model układu pokazany na rysunku 2, w którym m – masa całego stanowiska, k – zastępczy współczynnik sprężystości zawieszenia, c – zastępczy współczynnik tłumienia zawieszenia.



Rys .2. Model stanowiska wirnikowego

Przyjęty model reprezentuje drgania całego stanowiska na sprężynach, przy założeniu jedynie ruchów pionowych całego stanowiska. Dynamiczne równanie ruchu masy stanowiska to

$$m\ddot{x} = -G - S + P(t) \qquad (1)$$

gdzie $G = c\dot{x}$ – siła reakcji tłumika (wynika z tłumienia wewnętrznego sprężyny), $S = kx$ – siła reakcji sprężyny, $P_x = Bcos(\theta t)$ – rzut siły bezwładności na oś pionową x, $B = m_e\theta^2 e$ – amplituda siły bezwładności, m_e – masa niewyważenia, e – promień niewyważenia, θ – prędkość kątowa wirującej masy.

Po uwzględnieniu sił, równanie ruchu zapisano w postaci

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = m_e\theta^2 ecos(\theta t) \qquad (2)$$

a następnie przekształcono do formy

$$\ddot{x} + 2h\dot{x} + \omega_0^2 x = q cos(\theta t) \tag{3}$$

gdzie $2h = \frac{c}{m}$, $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, $q = \frac{m_e e}{m}\theta^2$. Rozwiązanie powyższego równania to

$$x = B cos(\theta t) \tag{4}$$

gdzie amplituda wymuszenia to

$$B = \frac{q}{\sqrt{(\omega_0^2 - \theta^2)^2 + 4h^2\theta^2}} \tag{5}$$

Dzieląc licznik i mianownik przez ω_0^2, uzyskano

$$B = \frac{\frac{m_e e}{m}\frac{\theta^2}{\omega_0^2}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\theta^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{4h^2}{\omega_0^2}\frac{\theta^2}{\omega_0^2}}} \tag{6}$$

Oznaczając $\frac{\theta}{\omega_0} = \alpha$ i $\frac{2h}{\omega_0} = \beta$ uzyskano formę

$$B = \frac{\frac{m_e e}{m}\alpha^2}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + \beta^2\alpha^2}} \tag{7}$$

w której $\frac{m_e e}{m} = \delta_{st}$. Dzieląc obustronnie równanie przez δ_{st} uzyskano wyrażenie

$$\frac{B}{\delta_{st}} = \mu = \frac{\alpha^2}{\sqrt{(1 - \alpha^2)^2 + \beta^2\alpha^2}} \tag{8}$$

które jest współczynnikiem uwielokrotnienia amplitudy.

A. Dla badanego stanowiska wykonać charakterystykę $\mu(\alpha)$ – równanie (8).

Niezbędny bezwymiarowy współczynnik tłumienia β określić z równania (7). W tym celu przeprowadzić eksperyment pomiarowy wprowadzając układ w drgania rezonansowe wywołane niewyrównoważeniem masy. Wywołać zjawisko rezonansu mechanicznego na kierunku pionowym. W warunkach rezonansu, gdy $\alpha = 1$, równanie (7) upraszcza się do prostszej postaci. Na jego podstawie należy określić bezwymiarowy współczynnik tłumienia β.

Wartości potrzebne do określenia współczynnika β oszacować na podstawie wiedzy o analizowanym obiekcie oraz na podstawie wyników pomiarów:

masa stanowiska	$m = 18$ kg
masa niewyważenia	m_e przyjąć zgodnie z masą zamontowanego niewyważenia
promień niewyważenia	e przyjąć zgodnie z miejscem montażu niewyważenia – patrz instrukcja obsługi urządzenia
amplituda przemieszczenia	B określić na podstawie pomiarów drgań

B. Przeprowadzić w pakiecie Matlab/Simulink symulację drgań wymuszonych układu przyjmując wartości uzyskane w poprzednich etapach. Zasymulować zjawisko rezonansu i dudnienia oraz drgania poza strefą rezonansową.

Student otrzymuje ocenę dostateczną jeśli poprawnie wykona zadania z części A.
Student otrzymuje ocenę bardzo dobrą jeśli poprawnie wykona zadania z części A i B.