

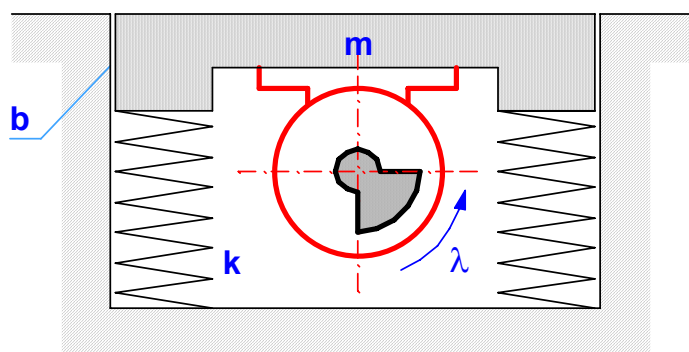
Zadanie 10.

$$\text{kN} := 10^3 \text{N} \quad \text{MN} := 10^6 \text{N} \quad \text{obr} := 2\pi$$

Projektowanie stołu wibracyjnego

Wyznaczyć masę i sztywność elementów sprężystych stołu wibracyjnego przy następujących założeniach:

1. Amplituda siły wymuszającej wibratora $P_0 := 20 \text{kN}$
2. Prędkość obrotowa silnika wibratora $n := 3000 \frac{\text{obr}}{\text{min}}$
3. Współczynnik tłumienia konstrukcyjnego układu $b = 0.1\omega$
4. Amplituda drgań stołu w ruchu ustalonym $B := 1 \text{mm}$



Zastosowany wibrator będzie najbardziej efektywnie wykorzystany gdy jego częstość wymuszenia będzie równa częstości drgań rezonansowych stołu wibracyjnego wyznaczonej z uwzględnieniem tłumienia konstrukcyjnego, co prowadzi do zależności:

$$\lambda = \sqrt{\omega^2 - b^2}$$

wynikającej z rozwiązania równania ruchu
$$\frac{d^2}{dt^2}y + b \frac{d}{dt}y + \omega^2 y = \frac{P_0}{m} \sin(\lambda \cdot t)$$

Wyznaczamy kolejno:

$$\lambda := n \cdot \frac{2\pi \frac{\text{rad}}{\text{obr}}}{60 \frac{\text{s}}{\text{min}}} \quad \lambda = 100\pi \cdot \frac{1}{\text{s}} \quad \text{- prędkość kołowa silnika}$$

$$\lambda = \sqrt{\omega^2 - (0.1\omega)^2} \quad \lambda = \omega \cdot \sqrt{0.99} \quad \text{- warunek efektywnej pracy}$$

$$\omega := \frac{\lambda}{\sqrt{0.99}} \quad \omega = 315.742 \text{ Hz} \quad \text{- optymalna częstość drgań własnych}$$

Współczynnik sztywności elementów sprężystych można wyznaczyć z zadanego warunku na amplitudę drgań w ruchu ustalonym, która wyraża się wzorem:

$$B = \frac{P_0}{k} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\lambda}{\omega}\right)^2\right]^2 + \left(2 \cdot \frac{b}{\omega} \cdot \frac{\lambda}{\omega}\right)^2}}$$

Po uwzględnieniu ww. zależności otrzymamy równanie:

$$A = \frac{P_0}{k} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\sqrt{0.99}\omega}{\omega}\right)^2\right]^2 + \left(2 \cdot \frac{0.1\omega}{\omega} \cdot \frac{\sqrt{0.99}\omega}{\omega}\right)^2}}$$

a stąd:

$$k := \frac{P_0}{B \cdot \sqrt{(1 - 0.99)^2 + (2 \cdot 0.1 \sqrt{0.99})^2}} \quad k = 100.377 \frac{\text{MN}}{\text{m}}$$

Masę stołu wyznaczymy z zależności:

$$m := \frac{k}{\omega^2} \quad m = 1.007 \times 10^3 \text{ kg}$$

Stół wibracyjny, przy sformułowanych warunkach powinien mieć masę 1000 kg. Należy zastosować elementy sprężyste o całkowitej sztywności 100 MN/m