



Laboratorium dynamiki i drgań układów mechanicznych w Katedrze Mechaniki Stosowanej Politechniki Lubelskiej



Laboratorium dynamiki i drgań układów mechanicznych w Katedrze Mechaniki Stosowanej Politechniki Lubelskiej znajduje się w budynku Centrum Innowacji i Zaawansowanych Technologii



Laboratorium dynamiki i drgań układów mechanicznych



Wybrane ćwiczenia wykonywane w laboratorium



- Wyznaczanie współczynników tarcia
- Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów metodą zawieszenia na pręcie sprężystym
- Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów metodą zawieszenia na trzech cięgnach
- Wyznaczenie sprawności śruby z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
- Wyznaczenie prędkości krytycznych wału
- Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów obrotowych na podstawie dynamicznych równań ruchu

Wyznaczanie współczynników tarcia



Ogólny widok stanowiska

Wyznaczanie współczynników tarcia



Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową i filmową (statyczny współczynnik tarcia).

Badane pręty i niezbędne narzędzia



Pomiar pręta i rozstawu podpór



Wyznaczanie współczynników tarcia



Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową i filmową (statyczny współczynnik tarcia).

Poziomowanie pręta



Wyznaczenie kąta β



Wyznaczanie współczynników tarcia



Wartość współczynnika tarcia statycznego możemy obliczyć z zależności [1]:

$$\mu = \frac{l}{l + 2f} \operatorname{tg} \beta$$

gdzie

l - rozstaw podpór;

f - przyjęta odległość środka ciężkości pręta od prawej podpory

β – odczytany kąt jaki tworzy pręt z poziomem w momencie poślizgu

Wyznaczanie współczynników tarcia



Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową i filmową (dynamiczny współczynnik tarcia).

Ruch pręta dla $\beta_1 > \beta$



Pomiar s



Wyznaczanie współczynników tarcia



Wartość współczynnika tarcia dynamicznego możemy obliczyć z zależności[1]:

$$\mu = \frac{l}{l + 2f + s} \operatorname{tg} \beta_1$$

gdzie

l - rozstaw podpór

f - przyjęta odległość środka ciężkości pręta od prawej podpory

β_1 – kąt większy od β przy którym pręt się porusza

s - odległość środka ciężkości pręta od prawej podpory, pomniejszona o przyjętą odległość f , po zatrzymaniu pręta

Wyznaczanie masowych momentów bezładności elementów metodą zawieszenia na pręcie sprężystym



Ogólny widok stanowiska

Wyznaczanie masowych momentów bezładności elementów metodą zawieszenia na pręcie sprężystym



Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową

Pomiar średnicy i długości pręta



Pomiar uchwytu mocującego



Wyznaczanie masowych momentów bezładności elementów metodą zawieszenia na pręcie sprężystym



Przebieg ćwiczenia z ilustracją filmową

Pomiar czasu 30-tu wahań układu pręt-uchwyt



Pomiar czasu 30-tu wahań z zamocowanym wałem



Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów metodą zawieszenia na pręcie sprężystym



Po obliczeniu okresu drgań uchwytu T_1 i układu wału z uchwytem T masowy moment bezwładności wału wyznaczymy z zależności [1] :

$$I_w = I_u \left(\frac{T^2}{T_1^2} - 1 \right)$$

gdzie masowy moment bezwładności uchwytu wynosi

$$I_u = \frac{T_1^2 G I_0}{4\pi^2 l}$$

I_0 - biegunowy moment bezwładności przekroju pręta

l - długość pręta

Wyznaczanie masowych momentów bezładności elementów metodą zawieszenia na trzech cięgnach



cięgna

przyrządy pomiarowe

tarcza



Ogólny widok stanowiska

Wyznaczanie masowych momentów bezładności elementów metodą zawieszenia na trzech cięgnach

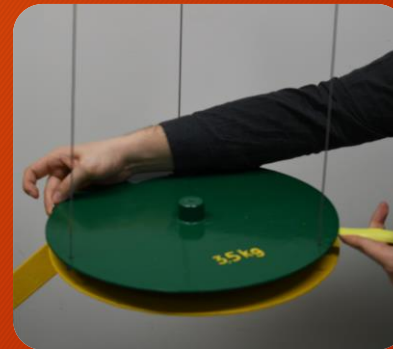


Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową

Pomiar długości cięgien l



Pomiary tarczy i promienia R



Wyznaczanie masowych momentów bezładności elementów metodą zawieszenia na trzech cięgnach

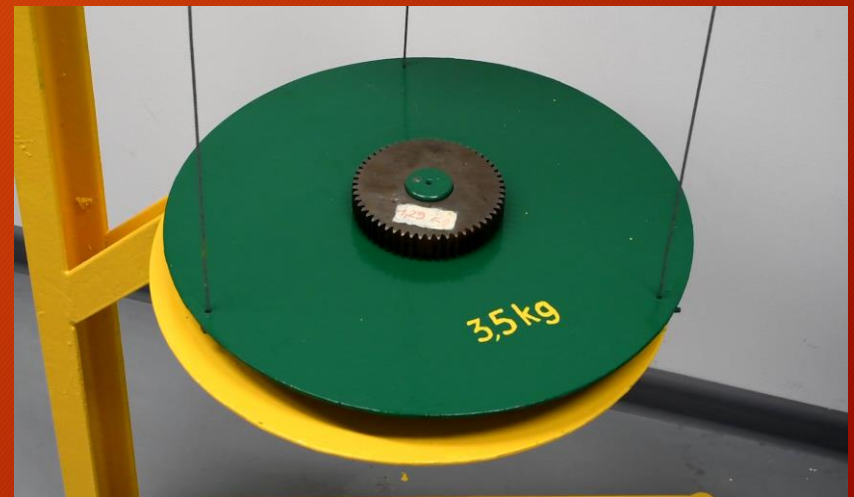


Przebieg ćwiczenia z ilustracją filmową

Pomiar czasu 20-tu wahań tarczy



Pomiar czasu 20-tu wahań tarczy z masą



Wyznaczanie masowych momentów bezładności elementów metodą zawieszenia na trzech cięgnach



Po obliczeniu okresu drgań tarczy T , masowy moment bezwładności tarczy obliczamy z zależności [1]:

$$I = \frac{mgR^2}{4\pi^2l} T^2$$

natomiast masowy moment bezwładności masy m_1 obliczamy z zależności [1]:

$$I_{m_1} = I \left[\frac{m+m_1}{m} \left(\frac{T_{m_1}}{T} \right)^2 - 1 \right]$$

gdzie T_{m_1} oznacza okres drgań tarczy z masą

Wyznaczanie sprawności śruby z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej



Ogólny widok stanowiska

Wyznaczanie sprawności śruby z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej



Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową

Pomiar skoku śruby h



Pomiar drogi masy dolnej H_1



Wyznaczanie sprawności śruby z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej



Przebieg ćwiczenia z ilustracją filmową i zdjęciową

Wyznaczanie liczby obrotów górnej masy



Pomiar czasu przemieszczania się dolnej masy



Wyznaczanie sprawności śruby z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej



Sprawność śruby obliczamy z zależności [1]:

$$\eta = \frac{m_2 n h}{m_1 H_1} + \frac{2}{g t^2} \left(H_1 + 2 \pi^2 \frac{m'_2 n^2 R^2}{m_1 H_1} \right)$$

gdzie

m_1 - masa dolna

m_2 - masa górna

m'_2 - masa śruby

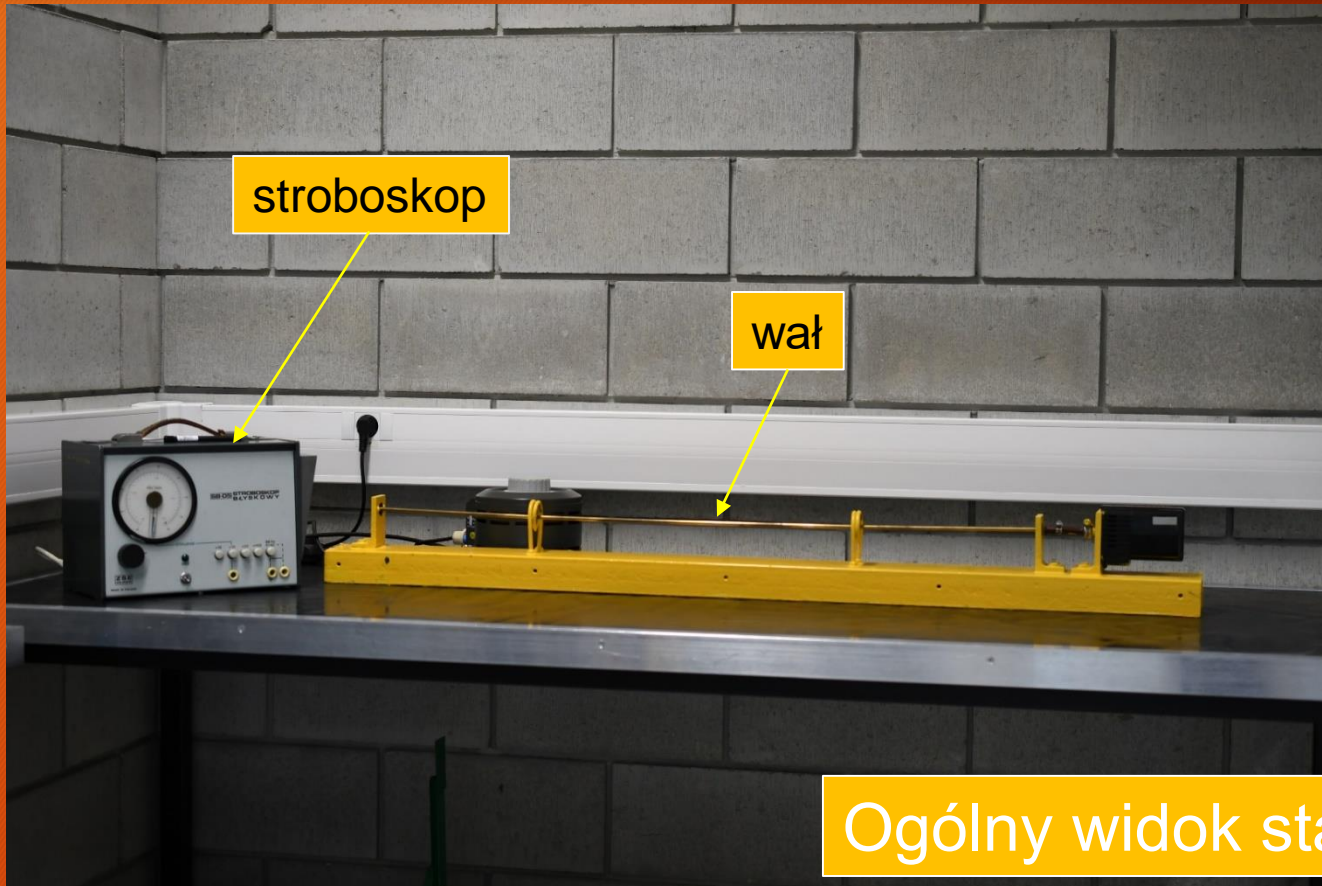
h - skok śruby

H_1 - droga masy dolnej

n - liczba obrotów śruby podczas ruchu mas

R - promień masy górnej

Wyznaczanie prędkości krytycznej wału



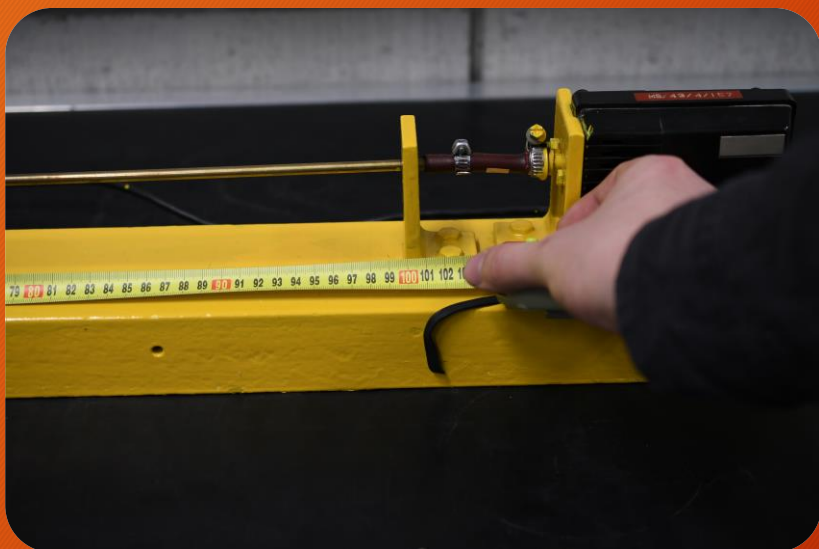
Ogólny widok stanowiska

Wyznaczanie prędkości krytycznej wału

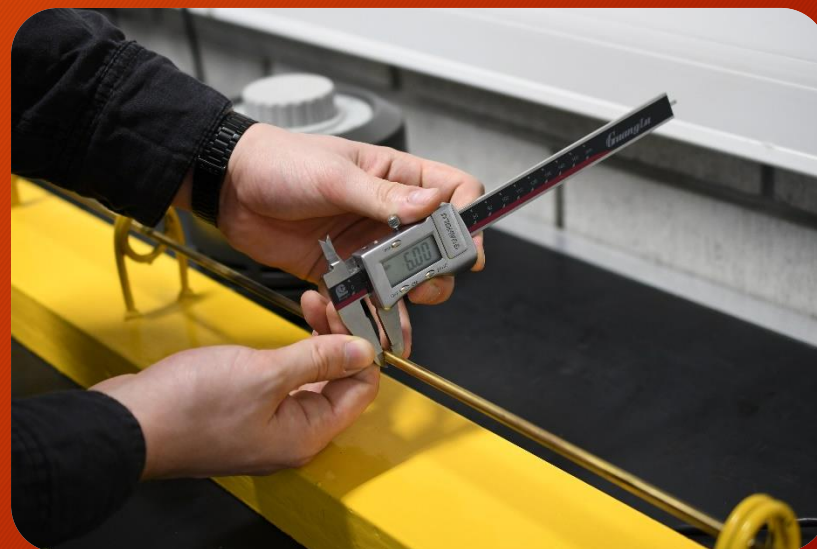


Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową

Pomiar długości wału



Pomiar średnicy wału



Wyznaczanie prędkości krytycznej wału



Przebieg ćwiczenia z ilustracją filmową

Wyznaczanie 1-szej prędkości krytycznej

Wyznaczanie 2-giej prędkości krytycznej



Wyznaczanie prędkości krytycznej wału



Przebieg ćwiczenia z ilustracją filmową

Wyznaczenie 3-ciej prędkości krytycznej



Wyznaczanie prędkości krytycznej wału



Prędkości krytyczne możemy policzyć ze wzorów[1]:

- pierwszą

$$\omega_{0_1} = \frac{\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu_1}}$$

- drugą

$$\omega_{0_2} = \frac{4\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu_1}}$$

- trzecią

$$\omega_{0_3} = \frac{9\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu_1}}$$

μ_1 - masa wału przypadająca na jednostkę jej długości

Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów obrotowych na podstawie dynamicznych równań ruchu



Obracające się
ciało o promieniu R

ciężarek

Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów obrotowych na podstawie dynamicznych równań ruchu



Przebieg ćwiczenia z ilustracją zdjęciową

Ustalenie początkowe położenia ciężarka



Pomiar drogi ciężarka h



Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów obrotowych na podstawie dynamicznych równań ruchu



Przebieg ćwiczenia z ilustracją filmową

Pomiar czasu ruchu masy na drodze h



Pomiar należy wykonać dla dwóch mas m_1 i m_2

Wyznaczanie masowych momentów bezwładności elementów obrotowych na podstawie dynamicznych równań ruchu



Siły w cięgnie liczymy ze wzorów [1]:

$$S_1 = m_1 \left(g - \frac{2h}{t_1^2} \right)$$
$$S_2 = m_2 \left(g - \frac{2h}{t_2^2} \right),$$

natomiast masowy moment bezwładności badanego ciała:

$$I_z = \frac{R^2}{2h} (S_1 - S_2) \frac{t_1^2 t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}$$

Literatura



1.K. Szabelski; J. Warmiński, Laboratorium dynamiki i drgań układów mechanicznych, Wyd. Politechniki Lubelskiej 2006

W prezentacji wykorzystano materiały dydaktyczne do zdalnego prowadzenia zajęć wykonane w Katedrze Mechaniki Stosowanej.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!

Laboratorium dynamiki i drgań układów mechanicznych w Katedrze Mechaniki Stosowanej Politechniki Lubelskiej

POLITECHNIKA LUBELSKA
Katedra Mechaniki Stosowanej
dr inż. Tomasz Kaźmir

Projekt „Politechnika Lubelska - Regionalna Inicjatywa Doskonałości”
- finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo
Nauki
i Szkolnictwa
Wyższego

