

Wyznaczanie momentów bezwładności

Wstęp teoretyczny

Każdy ruch i zmianę stanu które powtarzają się w czasie nazywamy ruchem drgającym. Ruchem okresowym nazywamy ruch drgający w którym podczas drgań wartości fizyczne zmieniają się w równych odstępach czasu. Jednym z rodzajów drgań okresowych są drgania harmoniczne, których przykładem jest ruch fizycznego wahadła grawitacyjnego.

Fizyczne wahadło grawitacyjne to ciało zawieszone powyżej jego środka ciężkości, posiadające dowolny kształt, doskonale sztywne, mogące pod działaniem siły ciężkości wykonywać drgania obrotowe wokół poziomej osi. Czynnikiem zapewniającym ciągłość ruchu jest bezwładność poruszającego się ciała.

Ruch wahadła jest harmoniczny dla małych wychyleń z położenia równowagi, a jego okres wyraża się wzorem:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{czyli:} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{mga}}$$

m - masa ciała

I - moment bezwładności wahadła względem osi obrotu

g - przyspieszenie ziemskie

a - odległość środka masy wahadła od osi obrotu

Co po przekształceniach daje nam wzór na moment bezwładności względem osi drgań obrotowych:

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

Aby określić moment bezwładności względem danej osi obrotu, stosujemy sumę całkową, po zastosowaniu której, dla pręta mamy wzór:

$$I_s = \frac{1}{12} ml^2$$

Natomiast dla walca wzór wynosi:

$$I_s = \frac{1}{2} mR^2$$

Można teraz skorzystać z twierdzenia Steinera, które brzmi: 'różnica momentów bezwładności ciała względem dwu równoległych osi, z których jedna przechodzi przez środek masy, równa jest iloczynowi masy ciała m i kwadratu odległości a między osiami.

$$I_0 = Ima^2$$

I_0 - moment bezwładności względem osi nieśrodkowej

a - odległość pomiędzy osiami

Możemy teraz obliczyć moment bezwładności pręta korzystając ze wzoru:

$$I_0 = \frac{1}{12} ml^2 + mx^2 = m \left(\frac{1}{12} l^2 + x^2 \right)$$

Natomiast wzór na moment bezwładności walca brzmi:

$$I_0 = \frac{1}{2} mR^2 + md^2 = m \left(\frac{1}{2} R^2 + d^2 \right)$$

Metoda pomiarowa

1. Wyznaczamy **m** masę pręta
2. Wyznaczamy długość pręta **l** i odległość osi obrotu od środka masy **x**
3. Trzykrotnie wyznaczamy czas **t** liczby **n** okresów
4. Zapisujemy błędy bezwzględne pomiarów: masy **Δm** , długości **Δl** , długości **Δx** , czasu **Δt**
5. Wyznaczamy masę krążka
6. Wyznaczamy promień **R** krążka i odległość osi obrotu od środka masy **d**
7. Trzykrotnie mierzymy czas **t** liczby **n** wahaní krążka
8. Zapisujemy błędy bezwzględne pomiarów: masy **Δm** , długości **ΔR** , długości **Δd** , czasu **Δt**