

Ćwiczenie nr. 7

Temat: Badanie drgań wahadła skrętnego (torsyjnego)

#	1. Długość pręta [cm]	2. Średnica pręta [mm]	3. Długość 20 okresów [s]
1			
2			
3			
4			
5			

Dokładność wartości z pomiaru 1
 $\Delta_1 =$

Dokładność wartości z pomiaru 2
 $\Delta_2 =$

Dokładność wartości z pomiaru 3
 $\Delta_3 =$

#	1. Masa kulki 1 [g]	2. Średnica kulki 1 [mm]	3. Masa kulki 2 [g]	4. Średnica kulki 2 [mm]
1				
2				
3				
4				
5				

Dokładność wartości z pomiaru 1,3
 $\Delta_{13} =$

Dokładność wartości z pomiaru 2,4
 $\Delta_{24} =$

[illegible]

ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

Wahadło skrętne (torsyjne) to układ fizyczny, który służy do badania drgań harmoniczných bryły sztywnej zawieszonej na elastycznym pręcie lub drucie. Głównym celem eksperymentu jest wyznaczenie okresu drgań wahadła torsyjnego oraz określenie momentu kierującego D , który charakteryzuje właściwości sprężyste pręta. Aby zrozumieć zasady działania wahadła torsyjnego, należy odwołać się do kilku kluczowych zagadnień z mechaniki klasycznej.

1. Ruch bryły sztywnej wokół środka masy

Bryła sztywna to ciało, którego punkty materialne pozostają w stałych odległościach względem siebie. Ruch obrotowy bryły sztywnej wokół środka masy opisuje się za pomocą równania ruchu obrotowego:

$$\tau = I\alpha$$

gdzie:

- τ – moment siły działający na bryłę,
- I – moment bezwładności bryły względem osi obrotu,
- α – przyspieszenie kątowe.

W przypadku wahadła torsyjnego, moment siły jest proporcjonalny do kąta skrzywienia pręta, co prowadzi do ruchu harmonicznego.

2. Moment bezwładności

Moment bezwładności I jest miarą bezwładności bryły w ruchu obrotowym. Zależy on od rozkładu masy względem osi obrotu i jest określony wzorem:

$$I = \int r^2 dm$$

gdzie r to odległość elementu masy dm od osi obrotu. Dla prostych brył geometrycznych momenty bezwładności są znane i można je znaleźć w tablicach fizycznych.

3. Twierdzenie Steinera

Twierdzenie Steinera (twierdzenie o osiach równoległych) pozwala obliczyć moment bezwładności bryły względem dowolnej osi, jeśli znany jest moment bezwładności względem osi przechodzącej przez środek masy. Twierdzenie to ma postać:

$$I = I_{cm} + md^2$$

gdzie:

- I_{cm} – moment bezwładności względem osi przechodzącej przez środek masy,
- m – masa bryły,
- d – odległość między osiami.

4. Budowa i zasada działania wahadła torsyjnego

Wahadło torsyjne składa się z bryły sztywnej (np. dysku lub pręta) zawieszonej na elastycznym pręcie lub drucie. Gdy bryła zostanie skrzywiona o pewien kąt θ , pręt działa na nią momentem siły sprężystej, który dąży do przywrócenia równowagi. Moment ten jest proporcjonalny do kąta skrzywienia:

$$\tau = -D\theta$$

gdzie D to moment kierujący, który zależy od właściwości sprężystych pręta.

5. Okres drgań harmonicznych wahadła torsyjnego

Ruch wahadła torsyjnego jest ruchem harmonicznym, a jego okres T zależy od momentu bezwładności I oraz momentu kierującego D . Okres drgań można wyrazić wzorem:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}}$$

gdzie:

- T – okres drgań,
- I – moment bezwładności bryły względem osi obrotu,
- D – moment kierujący.

6. Wzór na okres drgań wahadła skrętnego i moment kierujący D

Moment kierujący D jest związany z właściwościami sprężystymi pręta i można go wyznaczyć na podstawie okresu drgań T oraz momentu bezwładności I :

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

Wartość D zależy od materiału pręta, jego długości oraz średnicy. Dla pręta o długości L i module sztywności G , moment kierujący można również wyrazić jako:

$$D = \frac{GJ}{L}$$

gdzie J to moment bezwładności przekroju pręta względem osi skręcania.

OPIS DOŚWIADCZENIA

OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

WNIOSKI