

28. Badanie drgań torsyjnych

(1 tydzień, 9 punktów)

Zagadnienia: prawo Hooke'a, moduł Yunga, moduł sztywności, współczynnik Poissona, drgania harmoniczne, małe drgania, moment bezwładności.

Literatura: Res80,321 ÷ 338, 414 ÷ 428; Res98,266 ÷ 279,344 ÷ 354; Szy75,153 ÷ 156,167 ÷ 169; Szy99,170 ÷ 179; Szy2,287 ÷ 297.

Celem doświadczenia jest zbadanie zależności okresu drgań ciała zawieszonoego na sprężystym drucie od momentu bezwładności i długości drutu oraz wyznaczenie modułu sztywności drutu.

1. Przeprowadzenie pomiarów.

W układzie pomiarowym znajduje się kilka jednorodnych brył, które mają kształt wydrążonych walców („kółek” z otworami). Ważymy poszczególne bryły i mierzymy ich rozmiary w celu wyznaczenia momentów bezwładności. Mocujemy kilka spośród brył w dolnym uchwycie drutu. Górny koniec drutu (używamy tu strun gitarowych) mocujemy w uchwycie stojaka. Mierzmy długość części drutu znajdującej się między uchwytami oraz średnicę drutu. Obracamy bryłę o mały kąt (jak najmniejszy, umożliwiający jeszcze obserwacje drgań, małe drgania!) i wyznaczamy okres drgań. Pomiarów okresu dokonujemy dla różnych długości drutu i różnej ilości zawieszonych brył. Do zliczania okresów możemy użyć licznika drgań.

2. Opracowanie wyników.

Okres drgań torsyjnych wyraża się wzorem:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2l(J + J_0)}{\pi G r^4}}, \quad (28.1)$$

gdzie J jest momentem bezwładności zawieszonych brył, J_0 momentem bezwładności uchwytu, r promieniem drutu, l jego długością a G modułem sztywności materiału, z którego wykonany jest drut.

Moment bezwładności wydrążonego walca względem osi przechodzącej przez środek prostopadle do podstaw wynosi:

$$J = \frac{1}{2} m (R_1^2 - R_2^2), \quad (28.2)$$

gdzie m jest masą a R_1 i R_2 promieniami podstawy.

Wyniki przedstawiamy na wykresie, w którym na jednej osi jest T^2/l a na drugiej J . Wszystkie pomiary przedstawiamy na tym samym wykresie. Wprowadzamy różne oznaczenia dla punktów pomiarowych odpowiadające różnym strunom. Sprawdzamy, czy punkty pomiarowe układają się na linii prostej. Jeśli tak, znajdujemy równanie prostej najlepiej pasującej do danych. Czy prosta powinna przechodzić przez początek układu współrzędnych? Jaki jest sens fizyczny wyrazu wolnego w równaniu prostej? Wyznaczamy moduł sztywności materiału, z którego zrobione są struny. Porównujemy z danymi dla stali i dyskutujemy otrzymany wynik.

Jak korzystać z licznika drgań?

Licznik drgań służy do zliczania drgań w zadanym czasie szczególnie przydatny jest przy mierzeniu małych okresów. Składa się z przystawki, w której umieszczono źródło światła i fototranzystor rozdzielone szczeliną, zasilacza i przelicznika P-44. Drgająca wskazówka przecina wiązkę światła i wtedy generowany jest impuls rejestrowany dalej przez przelicznik P-44. W celu uruchomienia licznika drgań włączamy zasilacz (widać padającą wiązkę światła), szczelinę przystawki umieszczamy tak, by drgająca wskazówka przecinała wiązkę światła. Włączamy przelicznik P-44, wciskamy „preset count”, ustawiamy określoną liczbę zliczeń, np. 2×10^2 „pulses” i wciskamy przycisk „start-stop”. Przelicznik P-44 mierzy czas trwania 200 impulsów powstających w chwili przecinania wiązki światła przez wskazówkę. Zwracamy uwagę na to, że jednemu okresowi odpowiadają dwa impulsy (dlaczego?).