



**ĆWICZENIE
110**

MECHANICZNY RÓWNOWAŻNIK CIEPŁA

Instrukcja wykonawcza

1 Wykaz przyrządów

- Urządzenie do określania mechanicznego równoważnika ciepła
- Walce CuZn i Al do pomiaru tarcia
- Siłomierze sprężynowe
- Termometr lub miernik temperatury
- Stoper
- Odważniki

2 Cele ćwiczenia

- Porównując wykonaną pracę mechaniczną ze wzrostem energii wewnętrznej wyznaczamy mechaniczny równoważnik ciepła
- Przy założeniu równoważności pracy mechanicznej i ciepła, wyznaczamy ciepło właściwe glinu i mosiądzu

3 Układ pomiarowy



Rys. 1. Zdjęcie układu pomiarowego.

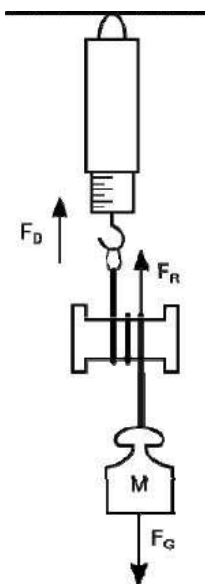
4 Przebieg pomiarów

Zważ wszystkie cylindry. Określ dokładność pomiaru masy. Zmierz ich średnicę d . Określ dokładność pomiaru średnicy.

4.1 Wyznaczanie mechanicznego równoważnika ciepła

Zamocuj w urządzeniu mniejszy mosiężny cylinder. Na statywie zamocuj siłomierz (50 N). Taśmę tarcia i cylinder dokładnie oczyść. Opleć taśmę tarcia wokół cylindra 2 razy (patrz rys. 2) w taki sposób, że gdy korba jest przekręcana zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara

siłomierz jest luzowany – zmniejsza się naciąg. U dołu taśmy tarcia (**ostrożnie!**) zamocuj odważnik 2kg. W celu pomiaru temperatury należy umieścić w otworze znajdującym się w cylindrze termometr lub miernik temperatury. Termometr należy umieścić centralnie w otworze korzystając z zacisku uniwersalnego. Aby polepszyć kontakt termiczny otwór w cylindrze należy wypełnić pastą przewodzącą. Ponieważ cylinder będzie się obracał należy zwrócić szczególną uwagę na dokładne i centralne zamocowanie termometru – w przeciwnym przypadku może on ulec pęknięciu. W przypadku stosowania miernika temperatury jego końcówkę należy umieścić w wypełnionym pastą przewodzącą otworze w cylindrze.



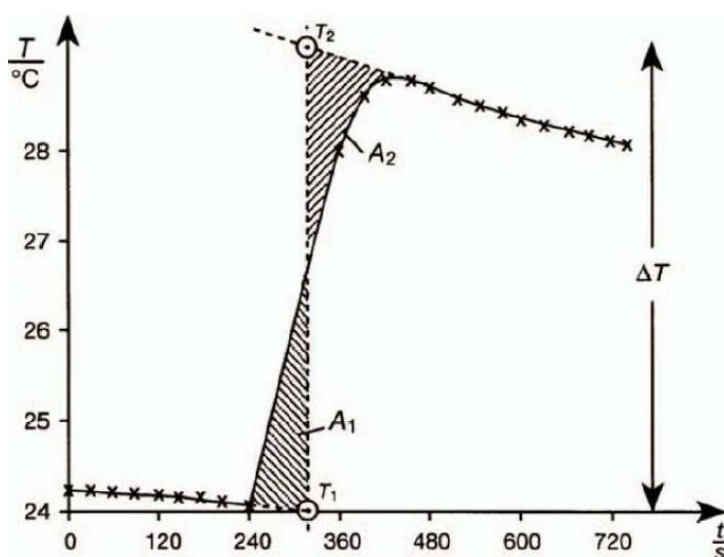
Rys. 2. Rozkład sił w układzie: F_R – siła tarcia, F_D – siła naciągu i F_G – siła ciężkości działająca na ciężarek.

Włącz stoper i co 30 s przez 4 min odczytuj i notuj temperaturę. Pomiar czasu powinien być kontynuowany. Następnie ok. 200 razy obróć korbą, jak najszybciej i jak najbardziej regularnie, zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Należy pamiętać, że gdy korzystasz z miernika temperatury podczas obrotu korbą należy przytrzymywać jego końcówkę wewnątrz otworu w cylindrze. W czasie obracania korbą z siłomierza należy odczytać siłę F_D . Po wykonaniu określonej liczby obrotów kontynuuj odczyt temperatury w odstępach 30 s, tak aby całkowity czas pomiaru osiągnął 12 do 15 minut. Pamiętaj o określeniu dokładności pomiaru temperatury T , ilości obrotów n , czasu t i siły F_D .

4.2 Wyznaczanie ciepła właściwego Al i CuZn

Pomiar przebiega analogicznie jak w punkcie poprzednim z tym, że w urządzeniu montujemy większy walec mosiężny lub aluminiowy. Taśmę tarcia i wybrany cylinder należy dokładnie oczyścić. Zwróć uwagę na zamocowanie termometru lub miernika temperatury.

W przypadku cylindra Al należy użyć odważnika o masie 1 kg i precyzyjnego siłomierza (10 N).



Rys. 3. Przykładowy wykres zmian temperatury T w czasie eksperymentu.

5 Opracowanie wyników

Tak w pierwszej jak i w drugiej części wykonaj wykres zmian temperatury T ($^{\circ}\text{C}$) od czasu t (s) (patrz rys. 3). Ponieważ podczas obrotów energia przekazywana do walca jest częściowo oddawana do otoczenia należy posłużyć się konstrukcją przedstawioną na rys. 3. Temperatury T_2 i T_1 , których różnicę należy wyznaczyć, odczytuje się korzystając z chwilowej kompensacji temperatury – przecięcia pionowej linii przerywanej i przedłużenia prostoliniowego obszarów zmiany temperatury przed wykonaniem pracy (T_1) i po wykonaniu pracy (T_2) przy założeniu równości obszarów A_1 i A_2 . Należy też oszacować dokładność wyznaczenia różnicy temperatur $\Delta T = T_2 - T_1$.

5.1 Obliczanie mechanicznego równoważnika ciepła

Oblicz wykonaną pracę mechaniczną:

$$W = \pi d n (Mg - F_D), \quad (1)$$

gdzie d – średnica cylindra, n – liczba obrotów korbą, M – masa ciężarka, g – przyspieszenie ziemskie, F_D – odczytana z siłomierza wartość siły naciągu.

Oblicz ciepło dostarczone do cylindra:

$$Q = c_{cyl} m_{cyl} \Delta T, \quad (2)$$

gdzie c_{cyl} – jest ciepłem właściwym cylindra, m_{cyl} – masą cylindra, a ΔT – wyznaczonym z wykresu wzrostem temperatury. Zaniedbujemy tutaj pojemność cieplną taśmy, termometru i pasty przewodzącej. Iloraz W/Q jest określany mechanicznym równoważnikiem ciepła R :

$$R = W/Q. \quad (3)$$

Określ dokładność z jaką zostały wyznaczone: wartość wykonanej pracy i ciepło.

5.2 Obliczanie ciepła właściwego

Ponieważ, zgodnie z prawem zachowania energii, całkowita ilość energii mechanicznej musi zostać przekształcona w jednakową wartość energii wewnętrznej – mechaniczny równoważnik ciepła wynosi 1. Korzystając z powyższego możemy obliczyć ciepło właściwe materiału, z którego wykonany jest walec (Al lub CuZn):

$$c_{cyl} = \frac{\pi d n (Mg - F_D)}{m_{cyl} \Delta T}, \quad (4)$$

gdzie ΔT jest wyznaczonym z wykresu wzrostem temperatury. Oblicz niepewność złożoną otrzymanej wartości ciepła właściwego.

6 Informacje dodatkowe

- ciepło właściwe mosiądzu: $c_{CuZn} = 385 \text{ J/kg K}$
- ciepło właściwe glinu: $c_{CuZn} = 902 \text{ J/kg K}$

Autor
dr Piotr Sitarek