



ĆWICZENIE 27

POMIAR PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ METALI

Instrukcja wykonawcza

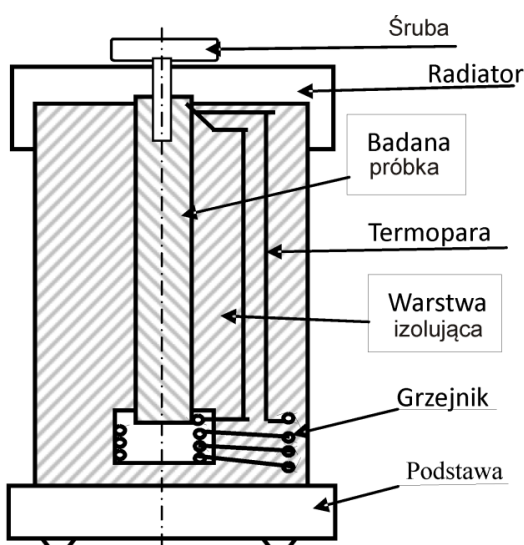
1. Wykaz przyrządów

- Komora pomiarowa wyłożona wewnątrz warstwą izolującą. Wewnątrz komory znajduje się termopara służąca do pomiaru różnicy temperatur między końcami badanego pręta. W dolnej części komory znajduje się grzejnik (rys. 1). Badany pręt metalowy umieszcza się w komorze wewnątrz izolującej warstwy, między grzejnikiem a miedzianym radiatorem dociskającym pręt do grzejnika.
- Zasilacz do grzejnika
- Badane pręty metalowe i ze stopów
- Amperomierz
- Voltomierz
- Cyfrowy miernik temperatury
- Suwmiarka

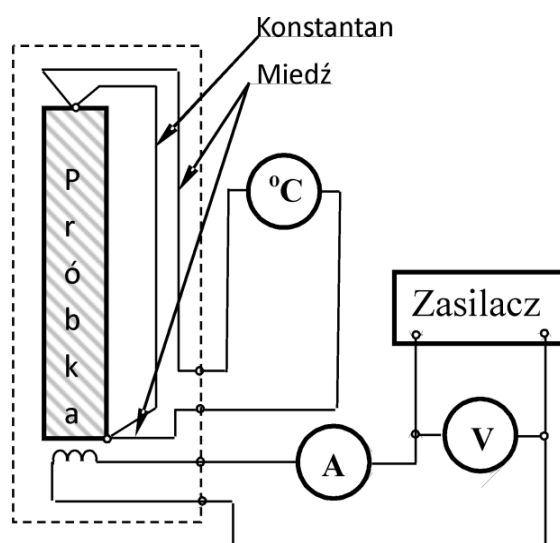
2. Cel ćwiczenia

- 2.1. Poznanie mechanizmu przenoszenia energii w ciałach stałych ze szczególnym uwzględnieniem metali.
- 2.2. Wyznaczanie współczynnika przewodnictwa cieplnego na podstawie charakterystyki grzania metalowego pręta.
- 2.3. Wyznaczanie ciepła właściwego badanych materiałów

3. Schemat układu pomiarowego



Rys. 1.
Schemat obrotu elektrycznego



Rys. 2.
Schemat aparatury



Rys.3. Stanowisko pomiarowe

4. Przebieg pomiarów

A. Wersja podstawowa

- A.1. Zmierzyć kilkakrotnie długość l i średnicę d pręta oraz go zważyć.
- A.2. Połączyć badany pręt z radiatorem za pomocą śruby mocującej i umieścić go wewnątrz komory pomiarowej (radiator powinien opierać się na obudowie komory).
- A.3. Połączyć układ elektryczny według schematu (rys. 2.)
- A.4. Dobrać moc przepuszczonego przez grzejnik prądu ustawiając na zasilaczu optymalne napięcia: dla miedzi $U = 8,5 \text{ V}$, dla mosiądzu, aluminium i duraluminium $U = 7,5 \text{ V}$. Zanotować wartość napięcia U i natężenia prądu I .
- A.5. Przeprowadzić odczyt różnicy temperatur ΔT między końcami pręta w zależności od czasu t . W tym celu po około 30 s rozpocząć odczyt $\Delta T(t)$ z cyfrowego miernika temperatury przez pierwsze 3 minuty co 15 s, a następnie co 20 s aż do osiągnięcia stanu ustalonego ΔT (po około 20 minutach).
- A.6. Powtórzyć pomiary dla drugiego pręta.

B. Wersja dodatkowa

- B.1. Wykonać pomiary analogicznie jak w p. IV dla trzeciego pręta

5. Opracowanie wyników

- 5.1. Przedstawić graficznie zależność różnicy temperatur końców pręta od czasu $\Delta T=f(t)$.
- 5.2. Przedstawić na wykresie zależność $\ln[(\Delta T - \Delta T(t))/\Delta T]$ w funkcji czasu t , gdzie:
 $\Delta T(t)$ – różnica temperatur między końcem „ciepłym” a „zimnym” pręta w chwili pomiaru,
 ΔT – różnica temperatur w stanie ustalonym.
- 5.3. Metodą regresji liniowej przeprowadzić prostą przez punkty doświadczalne i odczytać z wykresu „cieplną” stałą czasową τ_c (czas, po którym wartość logarytmu jest równy -1); punkty odbiegające od prostej na początku i końcu wykresu należy pominąć.

5.4. Korzystając ze wzoru:

$$K = \frac{Pl}{\Delta TS} = \frac{4UIl}{\pi\Delta Td^2} \quad (1)$$

obliczyć współczynnik przewodnictwa cieplnego K oraz jego niepewność $u_c(K)$,

gdzie: $P = UI$ - moc doprowadzona do grzejnika

l - długość pręta

$S = \pi \frac{d^2}{4}$ - pole przekroju badanego pręta

ΔT - różnica temperatur końców pręta w stanie ustalonym.

5.5. Obliczyć niepewność współczynnika K - $u_c(K)$.

5.6. Obliczyć ciepło właściwe badanego materiału korzystając z następującego wzoru:

$$c_w = \frac{\pi^2 P \tau_c}{4l\rho\Delta TS} = \frac{\pi^2 UI d \tau_c}{6lm\Delta T} \quad (2)$$

gdzie: ρ - gęstość materiału pręta obliczona ze wzoru $\rho = m/V$

m - masa próbki

V - objętość pręta

τ_c - „cieplna” stała czasowa.

5.7. Obliczyć niepewność ciepła właściwego $u_c(c_w)$.

Przyjąć niepewność oszacowania stałej czasowej $u_c(\tau_c)$ jako podwojoną niepewność pomiaru czasu (zależną od dokładności stopera).

$T = 300$ K - temperatura otoczenia

niepewności $u(\Delta T)$ i $u(t)$ oszacować na podstawie dokładności mierników

6. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Pomiary parametrów oraz czasów do osiągnięcia stanu ustalonego, różnicy temperatur między „zimnym” i „ciepłym” końcem pręta 1 wraz z obliczonym współczynnikiem przewodnictwa cieplnego i ciepłem właściwym danego materiału.

lp.	rodzaj próbki	l	d	m	U	I	t	$\Delta T(t)$	ΔT	τ_c	K	c_w
		m	m	kg	V	A	m	K	K	s	W/mK	J/kgK
1												
2												
3												
...												
n												

\bar{X}												
ΔX												
$u(X)$												
$u_c(X)$												