

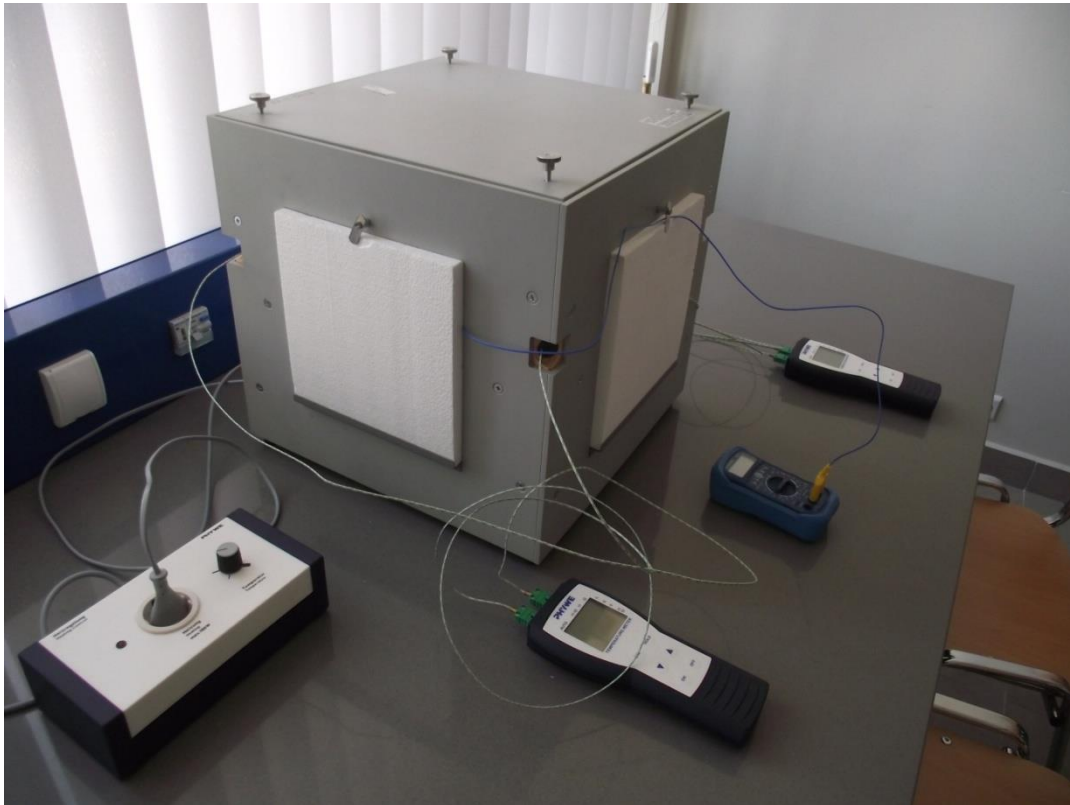
Wyznaczanie współczynnika przenikalności cieplnej i współczynnika przewodzenia ciepła wybranych materiałów.

(M8)

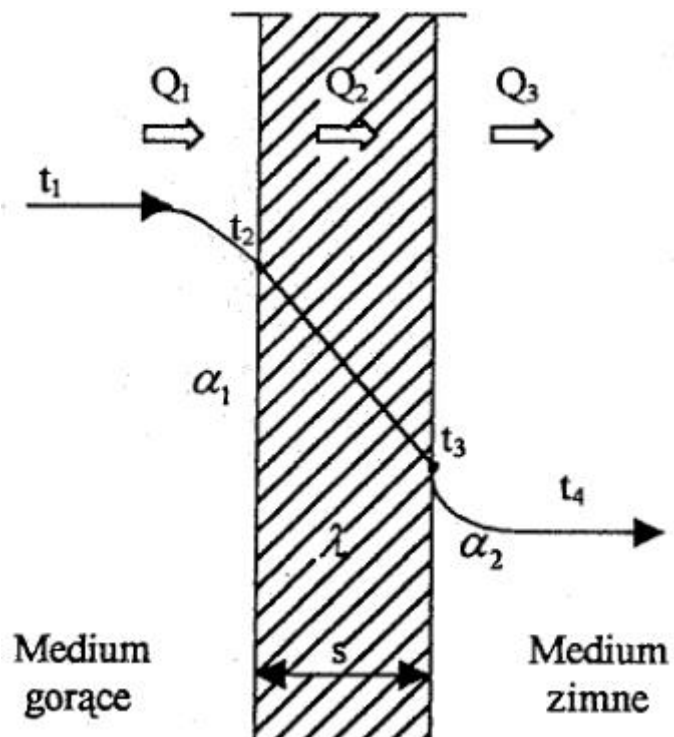
I. ZAGADNIENIA DO OPRACOWANIA

- Mechanizm przekazywania ciepła
- Prawo Fouriera
- Współczynnik przenikalności cieplnej i współczynnik przewodzenia ciepła wybranych materiałów
- Przenikanie ciepła przez ścianę płaską
- Gradient temperatury
- Czynniki wpływające na wartość współczynnika przewodzenia ciepła

II. UKŁAD POMIAROWY



III. ZASADA POMIARU



Rys. 2 Rozkład temperatur przy przenikaniu ciepła przez pojedynczą ściankę.

Wnikanie ciepła od ośrodka grzejjego do ścianki – oddawanie ciepła

$$Q_1 = \alpha_1 F(t_1 - t_2) \Rightarrow \alpha_1 = \frac{Q}{F(t_1 - t_2)} \quad (7)$$

Przewodzenie ciepła przez ściankę płaską (równanie Fouriera)

$$Q_2 = \frac{\lambda}{S} F(t_2 - t_3) \quad (8)$$

Wnikanie ciepła od ścianki płaskiej do ośrodka ogrzewanego – pobieranie ciepła

$$Q_3 = \alpha_2 F(t_3 - t_4) \Rightarrow \frac{Q}{F} = \alpha_2(t_3 - t_4) \quad (9)$$

Dla ustalonego ruchu ciepła

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$$

gdzie:

Q – natężenie przepływu ciepła [W]

F – powierzchnia [m²]

λ – współczynnik przewodzenia ciepła [W/Km²]

α₁ – współczynnik wnikania ciepła ośrodka wewnętrznego

α₂ – współczynnik wnikania ciepła ośrodka zewnętrznego

S – grubość ścianki [m]

t₁ – temperatura wewnątrz komory [K]

t₂ – temperatura ścianki wewnętrznej komory [K]

t₃ – temperatura ścianki zewnętrznej komory [K]

t₄ – temperatura na zewnątrz komory [K]

Dla przypadku naturalnego ruchu powietrza w niezamkniętym pokoju
współczynnik

$$\alpha_2 = 8.1 \text{ [W/Km}^2\text{]}.$$

Spadki temperatury w poszczególnych etapach procesu:

$$t_1 - t_2 = Q \frac{1}{\alpha_1 F}$$

$$t_2 - t_3 = Q \frac{S}{\lambda F}$$

$$t_3 - t_4 = Q \frac{1}{\alpha_2 F}$$

Całkowita siła napędowa ruchu ciepła między dwoma ośrodkami:

$$t_1 - t_4 = Q \left(\frac{1}{\alpha_1 F} + \frac{S}{\lambda F} + \frac{1}{\alpha_2 F} \right)$$

Ilość wymienianego ciepła w jednostce czasu (strumień cieplny)

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} F (t_1 - t_4) \quad (10)$$

Współczynnik przenikania ciepła:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (11)$$

Korzystając ze współczynnika materiałowej przenikalności cieplnej można napisać:

$$\frac{\lambda}{S} = \alpha_2 \frac{(t_3 - t_4)}{(t_2 - t_3)} \quad (12)$$

Z równań (7) i (9) można wyznaczyć:

$$\alpha_1 = \alpha_2 \frac{(t_3 - t_4)}{(t_1 - t_2)} \quad (13)$$

Podstawiając do współczynnika przenikania ciepła (11) można otrzymać:

$$k = \alpha_2 \left[\frac{t_3 - t_4}{t_1 - t_4} \right] \quad (14)$$

Aby wyznaczyć współczynnik przewodzenia ciepła należy przekształcić wzór (12) do postaci:

$$\lambda = \alpha_2 S \left[\frac{t_3 - t_4}{t_2 - t_3} \right]$$

IV. PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Odkręcić i zdjąć pokrywę komory, sprawdzić czy końcówki termopar są przyklejone do ścianek.
2. Założyć pokrywę komory.
3. Włączyć mierniki i termostat przyciskiem z tyłu urządzenia.
4. Rozpocząć pomiar i notować temperatury t_2 i t_3 . Odczytu wskazań należy dokonywać co 3 min (12 pomiarów). Wykorzystać stoper.

5. Po wykonaniu pomiarów zmierzyć temperaturę w środku t_1 i na zewnątrz komory t_4 . W przypadku wątpliwości zapytać prowadzącego.
6. Wyłączyć mierniki i termostat.

V. OPRACOWANIE WYNIKÓW

Wyznaczyć współczynnik przenikalności cieplnej k oraz współczynnik przewodzenia ciepła λ dla pojedynczej ścianki (pomiar 1: drewno 0,01m , pomiar 2: szkło 0,005m).

Wyznaczyć ilość wymienionego ciepła Q .

Wytłumaczyć na czym polega przenikanie ciepła, a na czym przewodzenie ciepła.

Dla jakich materiałów współczynnik przewodzenia ciepła oraz współczynnik przenikalności cieplnej jest największy, a dla jakich najmniejszy i dlaczego.

VI. RACHUNEK BŁĘDÓW

Porównać wyniki eksperymentalne z tablicowymi. Podać przyczyny rozbieżności tych wyników.

VII. LITERATURA

1. Materiały PHYWE Systeme GmbH & Co. KG, „Laboratory Experiments“ 2005

