

TERMODYNAMIKA TECHNICZNA – LABORATORIUM

Ćwiczenie nr 6

1. TEMAT

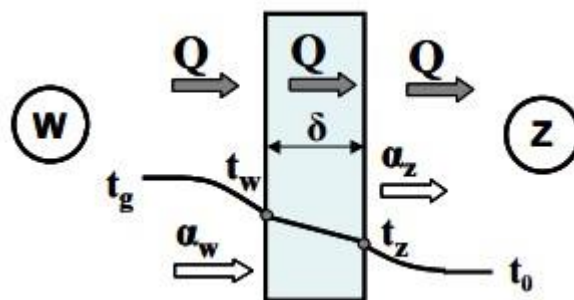
Badanie przekazywania ciepła przez przegrodę płaską

2. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie współczynników k , α_z i α_w oraz λ dla przegrody płaskiej oraz oszacowanie jaki wpływ na wartość współczynnika α_z ma przekazywanie ciepła drogą promieniowania.

3. WPROWADZENIE

Wymiana ciepła w zależności od właściwości ośrodka, przebiega przez przewodzenie, konwekcję lub promieniowanie. W wielu przypadkach te trzy sposoby występują jednocześnie, często jednak jeden z nich dominuje nad pozostałymi. Ze względów praktycznych strumień ciepła wyraża się jednym, zastępczym współczynnikiem proporcjonalności, uwzględniającym złożony mechanizm wymiany ciepła. Przekazywanie (przenikanie) ciepła wyraża ilość energii przekazanej od czynnika „w” (wewnątrz) przez przegrodę do czynnika „z” (zewnątrz) (rys. 1).



Rys. 1 Schemat przenikania ciepła

W przypadku pojedynczej przegrody (rys. 1) na mechanizm przenikania ciepła składa się przejmowanie ciepła przez przegrodę od czynnika „w”, proces przewodzenia ciepła oraz przejmowanie ciepła przez czynnik „z” po stronie

zewewnętrznej przegrody. Przenikanie ciepła jest charakteryzowane współczynnikiem przenikania „ k ”, zwanym również współczynnikiem Peceleta:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_z}}$$

gdzie: k , $W/m^2 K$ - współczynnik przenikania ciepła,
 α_z i α_w , $W/m^2 K$ - współczynnik przyjmowania ciepła oraz
 λ , $W/m K$ - współczynnik przewodzenia ciepła.

4. OPIS DOŚWIADCZENIA

4.1 Gorące powietrze z termowentylatora o temperaturze t_g przepływa przez pionowy nie izolowany kanał o przekroju prostokątnym przekazując ciepło do otoczenia o temperaturze t_0 (rys.2).

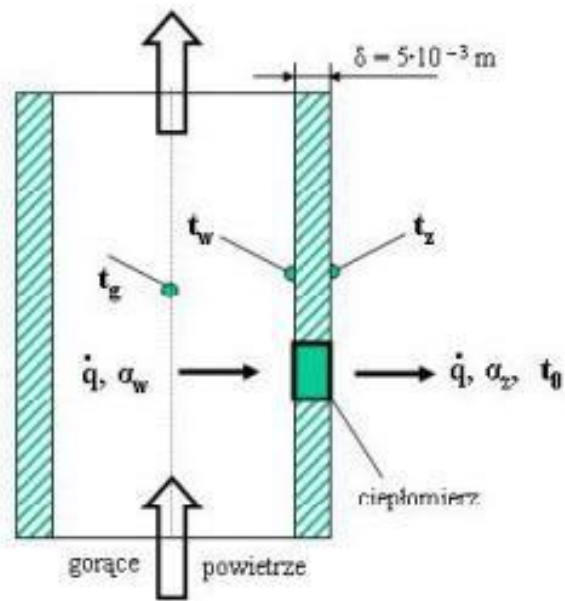
4.2 Wewnątrz kanału strumień ciepła od podgrzanego powietrza wnika do płaskiej ściany w warunkach konwekcji wymuszonej.

4.3 Na zewnątrz kanału oddawanie ciepła do otoczenia odbywa się na drodze konwekcji naturalnej i promieniowania.

4.4 W ścianie kanału wbudowany jest czujnik gęstości strumienia ciepła q (handlowa nazwa — ciepłomierz) oraz termopary mierzące temperaturę powierzchni ścianki wewnętrznej t_w , zewnętrznej t_z i gorącego powietrza t_g .

4.5 Pomiary przeprowadza się dla dwóch nastaw grzejnika (termowentylatora).

4.6 Odczyty wskazań przyrządu pomiarowego (multimetru) dla wskazanych w arkuszu pomiarowym położeń przełącznika obrotowego (tabela w punkcie 6.6) dokonuje się w drugiej minucie badań oraz po ustaleniu się równowagi cieplnej układu (po upływie ok. 20 min od chwili zadania każdej mocy termowentylatora).



Rys.2 Schemat ideowy stanowiska



Rys. 3 Stanowisko pomiarowe

5. OPRACOWANIE WYNIKÓW

5.1 Wyznaczenie współczynników k , α_z , α_w . Do obliczenia współczynników k , α_z , α_w , λ wykorzystuje się wzory:

$$q = k (t_g - t_0) \quad (1)$$

$$q = \alpha_z (t_z - t_0) \quad (2)$$

$$q = \alpha_w (t_g - t_w) \quad (3)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_z}} \quad (4)$$

5.2 Wyznaczenie współczynnika przewodzenia ciepła λ .

Znając gęstość strumienia ciepła q oraz temperatury t_g , t_z , t_w i t_0 należy wyznaczyć współczynnik λ wykonując odpowiednie przekształcenia wzorów (1), (2), (3) i (4).

5.3 Wyznaczyć błędy maksymalne współczynników k , α_z , α_w , λ jeśli gęstość strumienia ciepła q zmierzono z błędem maksymalnym 5%, błąd maksymalny pomiaru temperatury wynosi $0,2^\circ\text{C}$, a błąd pomiaru grubości ścianki kanału jest równy $0,5 \text{ mm}$.

Uwaga: Ponieważ zimne końce termopar mają temperaturę otoczenia t_0 , faktycznie mierzone są różnice temperatur $(t_z - t_0)$, $(t_w - t_0)$, $(t_g - t_0)$. Stała ciepłomierza: $q_c = 1000 \text{ W/m}^2$ dla siły elektromotorycznej $\Delta U = 50 \text{ mV}$. Charakterystyka termopar: $t = 23,5 \cdot A + 25,8 + a$, gdzie: A , mV - wskazania multimetru, a - korekta temperatury zimnych końców termopary: $a = (t_{\text{ot}} - 20), ^\circ\text{C}$; $t_{\text{ot}}, ^\circ\text{C}$.

