

# 16 Badanie przekazywania ciepła przez przegrodę płaską

## 16.1 Cel ćwiczenia.

- 1.1. Celem ćwiczenia jest wyznaczenie współczynników przenikania ciepła  $k$ , przejmowania ciepła  $a_z$  i  $a_w$  oraz przewodzenia ciepła  $\lambda$  dla przegrody płaskiej.
- 1.2. Oszacowanie jaki wpływ na wartość współczynnika  $a_z$  ma przekazywanie ciepła drogą promieniowania.

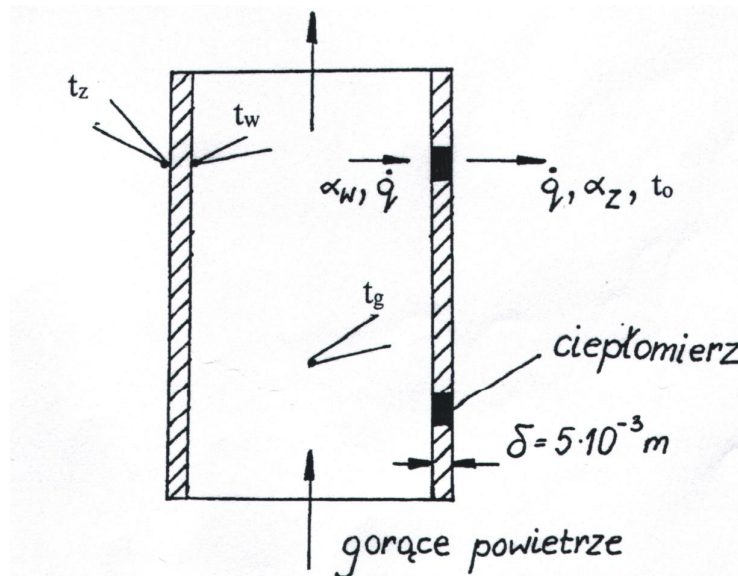
## 16.2 Opis doświadczenia.

Gorące powietrze o temperaturze  $t_g$  przepływa przez pionowy nie izolowany kanał o przekroju prostokątnym przekazując ciepło do otoczenia o temperaturze  $t_0$ . (rys.1)

Wewnątrz kanału strumień ciepła od podgrzanego powietrza wnika do płaskiej ściany w warunkach konwekcji wymuszonej. Na zewnątrz kanału oddawanie ciepła do otoczenia odbywa się na drodze konwekcji naturalnej i promieniowania.

W ścianie kanału wbudowane są czujniki gęstości strumienia ciepła  $q$  (handlowa nazwa — ciepłomierze) oraz termopary mierzące temperaturę powierzchni ścianki wewnętrznej  $t_w$ , zewnętrznej  $t_z$  i gorącego powietrza  $t_g$ .

Pomiary przeprowadzamy dla dwóch nastaw grzejnika termowentylatora. Odczyty wskazań przyrządów dokonujemy po ustaleniu się równowagi cieplnej układu (ok. 20 min dla każdej mocy).



Rys. 1. Schemat ideowy stanowiska.

**Uwaga:**

Ponieważ zimne końce termopar mają temperaturę otoczenia  $t_0$ , faktycznie mierzymy Różnicę temperatur  $t_z-t_0$ ,  $t_w-t_0$ ,  $t_g-t_0$ .

### 16.3 Opracowanie wyników.

3.1. Do obliczenia współczynników  $k$ ,  $a_z$ ,  $a_w$ ,  $l$  wykorzystujemy wzory:

$$\dot{q} = k(t_g - t_0) [W / m^2] \quad (1)$$

$$\dot{q} = a_z(t_z - t_0), \quad (2)$$

$$\dot{q} = a_w(t_g - t_w), \quad (3)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_w} + \frac{d}{l} + \frac{1}{a_z}}. \quad (4)$$

3.2. Obliczyć gęstość strumienia ciepła oddawanego od pionowej ścianki kanału do otoczenia na drodze konwekcji swobodnej wg wzoru:

$$q = a_k(t_z - t_0), \quad (5)$$

gdzie  $a_k$  [W/m<sup>2</sup>K]— współczynnik przejmowania ciepła dla konwekcji swobodnej. Do wyznaczenia  $a_k$  wykorzystujemy wzór :

$$Nu = C * Gr^i * Pr^i, \quad (6)$$

w którym:

$Pr$  — Liczba Prandtla,

$$Nu = \frac{a_k h}{l} - \text{liczba Nusselta},$$

$$Gr = \frac{g b \Delta t h^3}{\nu^2} - \text{liczba Grasshoffa},$$

$h$ [m] - ściany kanału,

$g$ [m/s<sup>2</sup>]— przyspieszenie ziemskie,

$\Delta t = t_z - t_0$  [°C] — średnia temperatura warstwy przyściennej.

$Pr$ ,  $\nu$ ,  $\lambda$  odczytujemy dla  $t_{sr}$  z tabeli 14.2. (Kalinowski E.: „Przekazywanie ciepła”).

Współczynnik  $C$  oraz wykładnik potęgowy  $i$  we wzorze (6) dobieramy z tabeli 9.15. ww. podręcznika dla obliczonej wartości iloczynu  $Gr \cdot Pr$ .

3.3. Obliczyć gęstość strumienia promieniowania cieplnego od zewnętrznej powierzchni ścianki (kanału).

Wyznaczyć błąd maksymalny współczynnika przewodzenia ciepła  $A$ , jeśli gęstość

strumienia ciepła  $\dot{q}$  zmierzono z błędem maksymalnym 5% , a błąd maksymalny pomiaru temperatury wynosi 0,2°C .

## 16.4 Pytania sprawdzające.

1. Co to jest opór przewodzenia, przenikania ciepła? Podać odpowiednie wzory dla przegrody jedno i wielowarstwowej.
2. Wyprowadź wzór Pecleta określający strumień ciepła przenikający przez przegrodę płaską.
3. Co wyraża prawo Newtona? Objasnij przy pomocy wzoru.  
Podać przykłady konwekcji naturalnej i wymuszonej oraz podać przykładowe wartości  $\alpha$  dla tych przypadków.