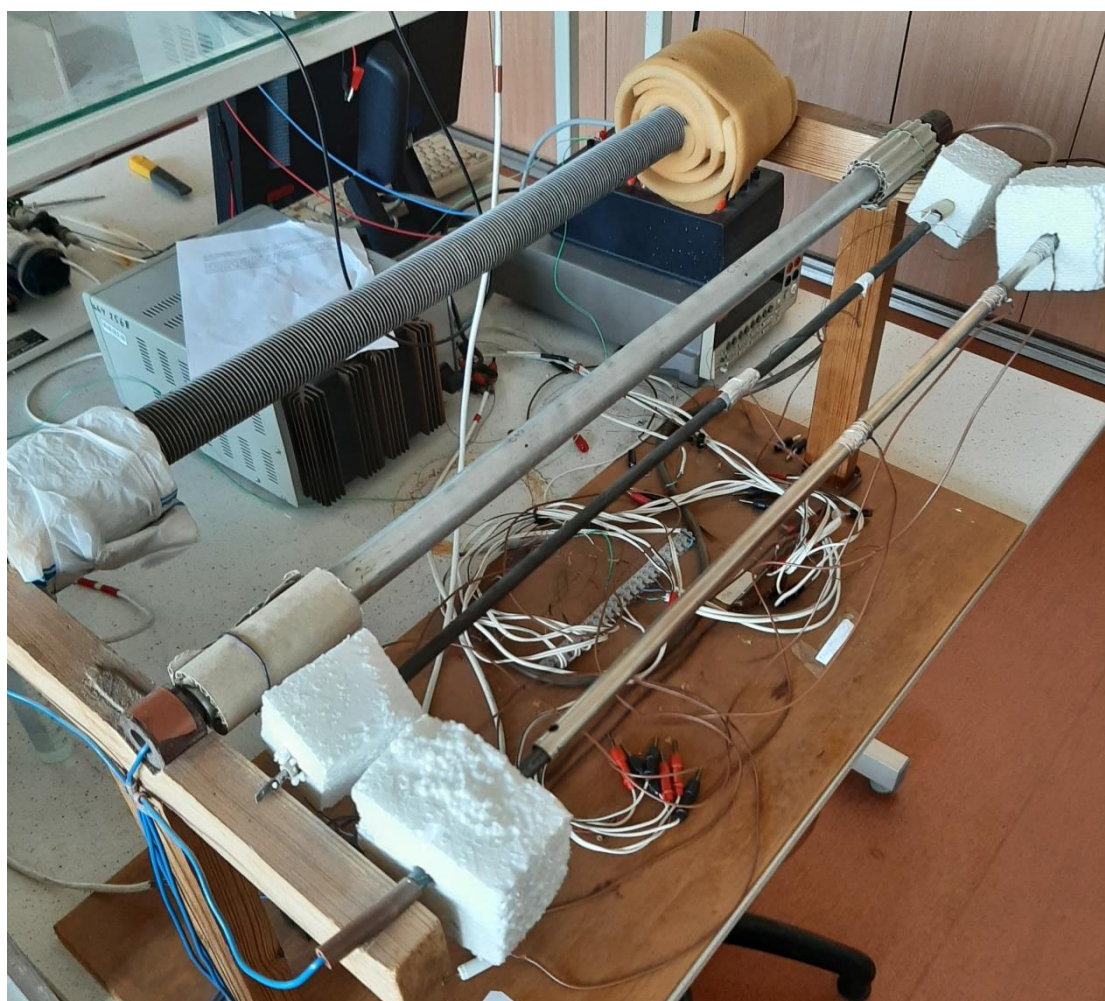


20

Pomiar konwekcyjnego współczynnika przejmowania ciepła na powierzchni walca w warunkach konwekcji swobodnej.



1. Cel ćwiczenia:

- Zapoznanie się ze stanowiskiem do badania konwekcyjnego przepływu ciepła na powierzchni walca i systemem kontrolno pomiarowym.
- Pomiar konwekcyjnego współczynnika przejmowania ciepła na powierzchni walca w warunkach stanu ustalonego.
- Porównanie wartości zmierzonego współczynnika przejmowania ciepła z wartością otrzymaną z równań kryterialnych.
- Określenie zależności pomiędzy liczbami podobieństwa w postaci $Nu = C (Gr Pr)^n$.

2. Realizując grzanie za pomocą prądu uzyskujemy stan równowagi cieplnej sygnalizowany przez niezmiennosc temperatury w funkcji czasu ($\partial T/\partial \tau = 0$) przy określonej mocy. W tych warunkach zakładamy, że cała moc grzejna jest przekazywana do otoczenia zgodnie z zależnością.

$$Q = \alpha_c = A (T_w - T_f)$$

gdzie : α_c - średni całkowity współczynnik przejmowania ciepła [W/m² K]

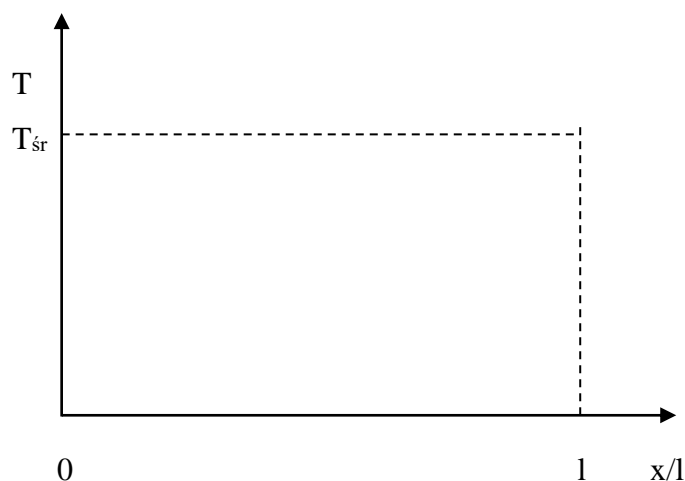
A – powierzchnia walca [m²]

T_w – temperatura powierzchni walca [K]

T_f – temperatura otaczającego powietrza w dużej odległości [K]

$$\text{stąd } \alpha_c = \frac{Q}{A (T_w - T_f)} \quad [\text{W/m}^2 \text{ K}]$$

Ponieważ długość walca jest skończona należy się liczyć z pewnymi odstępstwami od modelu teoretycznego (walec nieskończenie długi) związanymi ze stratami ciepła przez końce walca do podpór. Oddziaływanie strat rejestrujemy przez pomiar zmienności temperatury wzdłuż długości walca. W oparciu o te pomiary jako temperaturę średnią powierzchni walca przyjmujemy średnią ważoną z poszczególnych punktów pomiarowych.



Całkowite straty ciepła z powierzchni walca do otoczenia są efektem konwekcji ciepła i promieniowania. W związku z tym poszukiwany konwekcyjny współczynnik przejmowania ciepła jest mniejszy od współczynnika całkowitego α_c o wielkość wynikającą ze strumienia energii wypromieniowanego z powierzchni walca.

$$\alpha_k = \alpha_c - \alpha_r$$

Radiacyjny współczynnik przejmowania ciepła możemy określić z relacji

$$\alpha_r = C_c \varepsilon_1 \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_f}{100} \right)^4 \right] / \Delta T$$

gdzie: $C_c = 5.67 \text{ [W/m}^2 \text{ (K/100)}^4\text{]}$ – stała promieniowania ciała doskonale czarnego

ε_1 – współczynnik emisji powierzchni walca

3. Obliczenia wartości współczynnika przejmowania ciepła.

Wartość współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej można wyznaczyć odpowiednio z następujących równań.

- zakres $10^{-3} < Gr Pr < 10^2$ $Nu_d = 1.18 (Gr_d Pr)^{0.125}$

- zakres $5 \cdot 10^2 < Gr Pr < 2 \cdot 10^7$ $Nu_d = 0.54 (Gr_d Pr)^{0.25}$

- zakres $2 \cdot 10^7 < Gr Pr < 10^{13}$ $Nu_d = 0.135(Gr_d Pr)^{0.33}$

Ogólna postać tego równania przedstawić można w postaci $Nu_d = C (Gr_d Pr)^n$

gdzie stałe C i n zależą od wartości iloczynów $Gr_d Pr$.

Gr Pr	C	n
$10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	1.180	1/8
$5 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^7$	0.540	1/4
$2 \cdot 10^7 - 10^8 - 10^{13}$	0.135	1/3

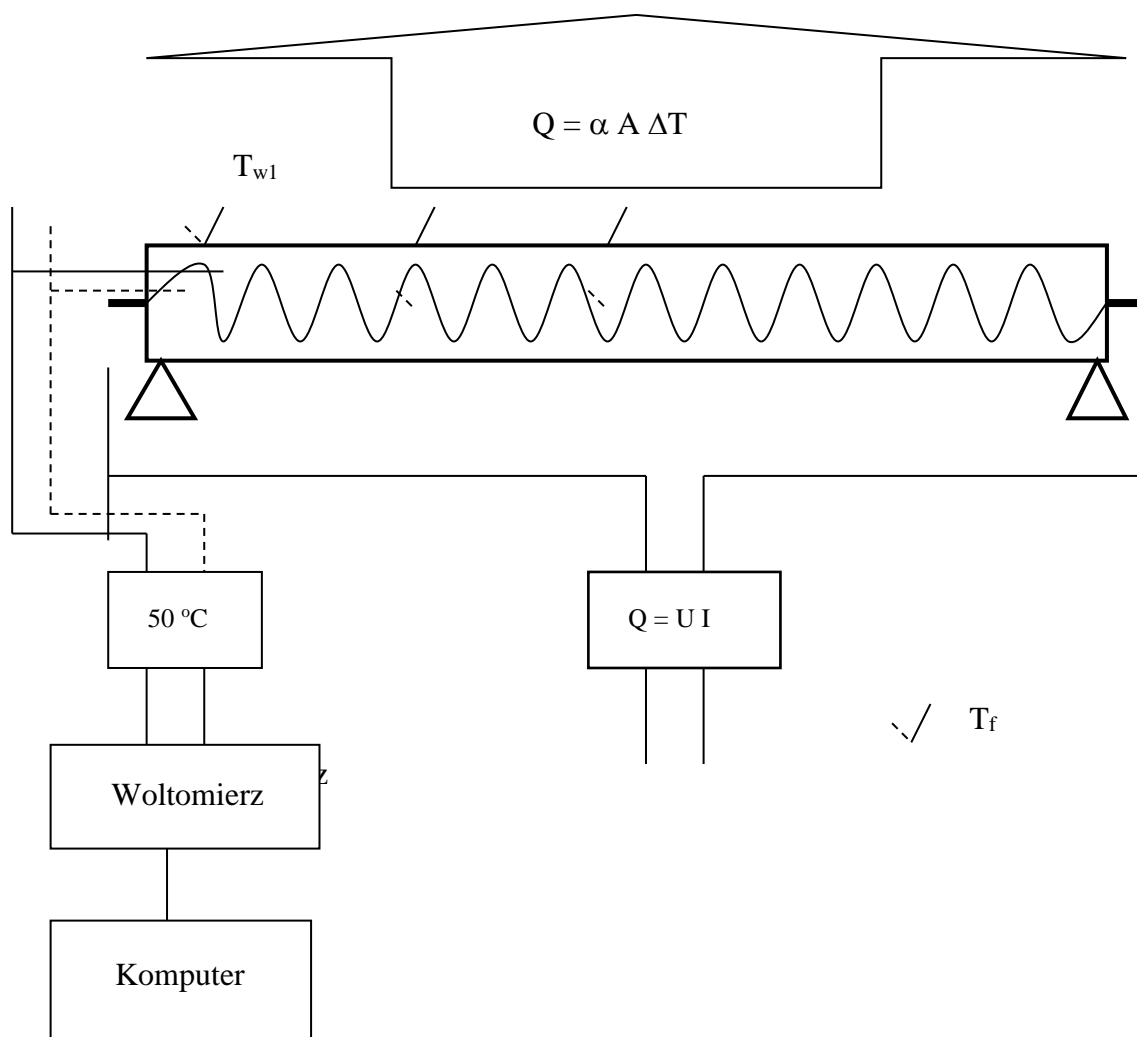
Definicja użytych powyżej liczb podobieństwa jest następująca:

Liczba Nusselta - $Nu_d = \alpha d / \lambda$

Liczba Grashofa - $Gr_d = g d^3 \beta \Delta T / \nu^2$

Liczba Prandtla - $Pr = \nu / a$ (właściwość płynu)

Schemat układu pomiarowego



Realizacja ćwiczenia:

1. Włączyć zasilanie grzejnika walca (walców) nie przekraczać wartości 150 W.
Zapisać wartość mocy z uwzględnieniem zakresu watomierza.
2. Uruchomić system cyfrowej akwizycji danych.
3. Dokonać odczytu temperatur po osiągnięciu stanu ustalonego (temperatury nie zmieniają się w funkcji czasu).
4. Wykonać obliczenia .
5. Porównać wyniki pomiarów z wartościami uzyskanymi z równań kryterialnych.
6. Wyłączyć woltomierz, komputer i grzejniki walców (walca).

Instrukcja uruchomienia cyfrowej akwizycji danych pomiarowych

1. Włączyć komputer.
2. Włączyć woltomierz Keithley 2000
3. Uruchomić program LabView – ikona K200RS231
 - a) – Port Number 3
 - b) – uruchomić komunikację komputer – woltomierz wcisnąć ikonę „Run” na ekranie górny lewy narożnik.
 - c) – zaznaczyć aktywne kanały pomiarowe
 - d) – w zaznaczonych kanałach ustawić właściwe jednostki fizyczne
 - e) – SAWING MODE ustawić na MANUAL lub AUTO

4. Wcisnąć CONFIGURE w części Blok – Temp ustawić parametry
 - a) – simulated temp. [deg] – ustawić temperature odniesienia
 - b) – T – couple type wybrać rodzaj termopary, Najczęściej Cu – Konst. oznaczenie T
 - c) – nacisnąć OK.

5. Nacisnąć MEASUREMENT
 - a) – zaznaczyć kanały tak jak w p. 4 c – dół ekranu
 - b) – nacisnąć niżej i wybrać kolor

6. Nacisnąć przycisk RUN
 - a) – Napisać nazwę pomiaru i nacisnąć „zapisz”

7. Wyłączenie.
 - a) – nacisnąć STOP
 - b) – nacisnąć Return następnie × , następnie Quit