

ĆWICZENIE NR 12

WYMIANA CIEPŁA – KONWEKCJA SWOBODNA

1. Budowa stanowiska

Źródłem ciepła jest prostopadłościenna płytka wykonana z przewodzącego polimeru /polimerowy element grzejny/ zasilana energią elektryczną z zasilacza prądu stałego. Do elementu grzejnego umocowano /wklejono w zewnętrzną warstwę izolacyjną/ osiem termoelementów (termopar) Fe-Konst mierzących temperaturę jego powierzchni. Płytkę umocowano w odpowiednim uchwycie pozwalającym na zredukowanie zbędnych strat ciepła. Może ona pracować jako płyta pionowa lub płyta pozioma. Całość umieszczono w obudowie pozwalającej wyeliminować zewnętrzne prądy powietrza, zakłócające wymianę ciepła pomiędzy badanym elementem i otoczeniem. Temperaturę otoczenia mierzą dwa dodatkowe termoelementy umieszczone również w obudowie. Uzupełnienie stanowiska stanowią trzy mierniki do pomiarów napięcia i natężenia prądu stałego oraz zegar.

W stanowisku mierzy się:

- natężenie prądu płynącego przez badany element grzejny,
- spadek napięcia na tym elemencie,
- siłę termoelektryczną termoelementów.

Na podstawie zmierzonych wielkości określa się:

- temperaturę powierzchni badanego elementu,
- temperaturę otaczającego powietrza,
- pobieraną moc i strumień cieplny oddawany do otoczenia,
- współczynniki wnikania ciepła.

2. Wykonanie ćwiczenia

- przygotować mieszankę lodu i wody w termosie, w którym umieszczone są spiny odniesienia termoelementów,
- włączyć mierniki oraz zasilanie zasilacza prądu stałego,
- włączyć zasilanie 10 - 12 V elementu grzejnego, uruchomić zegar,
- odczekać 50 min, następnie zmierzyć i zapisać natężenie prądu płynącego przez element grzejny, spadek napięcia na nim oraz STE termoelementów, powtórzyć pomiar, sprawdzić zapisane wartości,
- zmienić napięcie zasilania elementu grzejnego (wartości podaje prowadzący ćwiczenie z następujących zakresów: 15 - 16 V; 19 - 20 V; 22 - 23 V; 26 - 27 V; 29 - 31 V), nacisnąć przycisk "RESET" zegara,
- odczytać i zanotować wartość ciśnienia atmosferycznego,
- wyniki I pomiaru wpisać do komputera i wydrukować obliczone wartości, przystąpić do opracowywania sprawozdania,
- po upływie 50 minut odczytać wyniki II pomiaru, kolejny raz zmienić napięcie zasilania elementu grzejnego, po 50 minutach wykonać III pomiar,

- wyniki II i III pomiaru wpisać do komputera i wydrukować na odwrotnej stronie kartki
- po sprawdzeniu wyników przez prowadzącego ćwiczenie wyłączyć aparaturę.

3. Opracowanie wyników

Wymiary płytki (elementu grzejnego) wynoszą 250 x 100 x 8 mm;

- ◆ obliczyć średnie STE dla termoelementów 1 - 8 (powierzchnia elementu grzejnego) oraz 9 - 10 (otoczenie); z załączonych tabel, metodą interpolacji, obliczyć temperaturę powierzchni elementu grzejnego i temperaturę otoczenia,
- ◆ obliczyć moc elementu grzejnego oraz gęstość strumienia cieplnego oddawanego do otoczenia jako iloraz mocy przez całkowitą powierzchnię elementu grzejnego,
- ◆ obliczyć gęstość strumienia cieplnego oddawanego do otoczenia na drodze konwekcji swobodnej jako różnicę całkowej gęstości strumienia ciepła i gęstości strumienia ciepła wymienianego poprzez promieniowanie; gęstość tą należy obliczyć przyjmując współczynnik emisji $\varepsilon = 0,8$.
- ◆ obliczyć współczynnik wnikania ciepła poprzez konwekcję (doświadczalny) jako iloraz gęstości konwekcyjnego strumienia cieplnego przez różnicę temperatury pomiędzy powierzchnią elementu grzejnego i otoczeniem,
- ◆ obliczyć liczby kryterialne Nu (na podstawie wyznaczonej, doświadczalnej wartości α), Gr, Ra, przyjmując parametry fizykochemiczne powietrza dla średniej temperatury warstwy przyściennej i aktualnego ciśnienia atmosferycznego, przyając także odpowiedni dla położenia płytki /pionowa/pozioma/ charakterystyczny wy- miar liniowy,

$$Ra = Gr \cdot Pr$$

- ◆ na podstawie obliczonej liczby Ra wyznaczyć teoretyczną wartość liczby Nu i teoretyczny współczynnik wnikania ciepła na drodze konwekcji swobodnej korzystając z ogólnie znanych równań kryterialnych, porównać wartości obu współczynników wnikania oraz obliczonych liczb kryterialnych z wydrukiem komputerowym,
- ◆ po zakończeniu pomiarów i wydrukowaniu wyników obliczeń pomiaru II i III przez komputer uzyskane dane eksperymentalne nanieść na wykres $\log Nu = f(\log Ra)$; dane te mają być przedstawione na wykresie w postaci 3 punktów; na rysunku tym nanieść również w postaci linii ogólnie znane korelacje (równania kryterialne) $Nu = A \cdot (Gr \cdot Pr)^B$ właściwe dla zakresu wykonanych pomiarów (proszę zwracać uwagę na zakresy obowiązywania poszczególnych korelacji, odpowiednią granicę pomiędzy korelacjami również zaznaczyć na wykresie).

Zależność siły termoelektrycznej od temperatury termoelementu Fe – Konst.

Sila termoelektryczna [mV]	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
Temperatura [°C]	9,9	14,8	19,6	24,5	29,3	34,1	38,9	43,6	48,4	53,1	57,8	62,5	67,2	71,9	76,5