

P1-C2. Wyznaczanie współczynnika przewodnictwa cieplnego ciał stałych metodą porównawczą*

Zagadnienia

Mechanizmy przewodzenia ciepła w gazach, cieczech i ciałach stałych. Współczynnik przewodnictwa cieplnego, jednostka. Strumień ciepła przepływającego przez granicę dwóch ośrodków. Metoda porównawcza pomiaru współczynnika przewodnictwa cieplnego.

1 Układ pomiarowy

Układ pomiarowy składa się z dwóch warstw: materiału wzorcowego i materiału badanego (rys. ??). Z obu materiałów wycięto płytki o rozmiarach poprzecznych znacząco większych od grubości, w celu minimalizacji ucieczki ciepła z układu na boki. Grubości tych warstw są znane. Płytkę wzorcową wykonana jest z **szarego marmuru** o znanym współczynniku przewodnictwa cieplnego λ_M . Materiałem badanym jest **drewno** o równoległym ustawieniu włókien w stosunku do kierunku przepływu ciepła. Źródłem ciepła w układzie jest grzałka, umieszczona na warstwie wzorcowej u góry. Do pomiaru temperatury służą trzy jednakowe termopary. Napięcie U_i na termoparze (zwane siłą termo-elektryczną) jest proporcjonalne do temperatury miejsca, w którym umieszczona jest termopara. Po włączeniu grzałki, układ należy doprowadzić do stanu równowagi termodynamicznej, czyli do ustalenia się temperatur we wszystkich elementach.

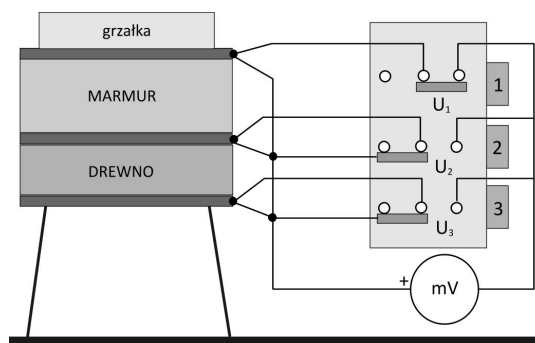


Fig. 1: Schemat połączeń w układzie pomiarowym

Wyznacza się współczynnik przewodnictwa cieplnego dla drewna λ_D .

2 Pomiary

1. Włączyć miliwoltomierz cyfrowy oraz zasilacz stabilizowany i wentylator.
2. Ustalić napięcie na zasilaczu $U = 9 \text{ V}$ i $I = 3 \text{ A}$.
3. Notować wskazania miliwoltomierza mierzącego siłę termoelektryczną kolejnych termopar.
4. Wykonać cztery pomiary w odstępach 5-minutowych, a następnie powtarzać pomiary co 1 minutę aż do ustalenia się wskazań miernika dla wszystkich termopar. Ustalenie tych wartości świadczy o ustaleniu się w układzie wymaganej równowagi termodynamicznej.
5. Zanotować na karcie pomiarowej niepewności stopera oraz miliwoltomierza .

*Opracowanie: dr inż. Alina Domanowska

| | | | |
|----------------------------|------------|------------|------------|
| grubość marmuru d_M , mm | 26.7 | | |
| grubość drewna d_D , mm | 15 | | |
| λ_M , J/(msK) | 2.33 | | |
| t , min | U_1 , mV | U_2 , mV | U_3 , mV |
| 0 | | | |
| 5 | | | |
| 10 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| \vdots | | | |

3 Opracowanie wyników pomiarów

1. Sporządzić wykresy zależności napięć U_i na termoparach od czasu.
2. Określić niepewności pomiarowe dla ustalonych wartości napięć $u_b(U_i)$.
3. Zaznaczyć na wykresie słupki niepewności dla napięć i czasów.
4. Obliczyć średnie wartości napięć na termoparach U_{1sr} , U_{2sr} , U_{3sr} w zakresie równowagi termodynamicznej.
5. Zaznaczyć na wykresie średnie wartości napięć, jako proste odcinki o wartościach średnich w zakresie równowagi termodynamicznej.
6. Obliczyć statystyczne niepewności wyznaczonych wartości średnich $u_a(U_{1sr})$, $u_a(U_{2sr})$, $u_a(U_{3sr})$, jako odchylenie standardowe wartości średniej, pomnożone przez odpowiedni współczynnik Studenta Fishera.
7. Zaznaczyć linią przerywaną zakresy tych niepewności na wykresie. Zwrócić uwagę, czy wychodzą ode poza słupki niepewności pomiarowych $u_b(U_i)$.
8. Obliczyć współczynnik przewodnictwa cieplnego badanego drewna

$$\lambda_D = \lambda_M \frac{d_D}{d_M} \frac{U_{1sr} - U_{2sr}}{U_{2sr} - U_{3sr}}.$$

9. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności, obliczyć niepewność współczynnika przewodnictwa cieplnego dla drewna.
10. Poszukać informacji o współczynniku przewodnictwa cieplnego dla różnych rodzajów drewna. Skomentować uzyskany wynik.