

17 Wyznaczenie rozkładu temperatury w pręcie

17.1 Wprowadzenie

W doświadczeniu wyznaczamy rozkład temperatury w pręcie o średnicy d , którego oba końce są ogrzewane elektrycznie i mają tę samą temperaturę J_n . Pręt umieszczony jest w powietrzu o stałej temperaturze t_0 , przy czym doświadczenie przeprowadza się dla dwóch przypadków: konwekcji swobodnej oraz konwekcji wymuszonej.

Rozkład temperatur w pręcie opisuje funkcja (patrz „Przekazywanie ciepła”, E. Kalinowski):

$$\Theta = J - t_0 = C_1 e^{mx} + C_2 e^{-mx}, \quad (1)$$

w którym:

$$m = \sqrt{\frac{Oa}{Fl}} \left[\frac{1}{m} \right] \quad (1a)$$

$O = \pi d$ [m] – obwód przekroju poprzecznego pręta,

$F = \frac{\pi d^2}{4}$ [m²] – pole przekroju poprzecznego pręta,

I [W/mK] – współczynnik przewodzenia ciepła dla pręta,

a [W/m²K] – współczynnik przejmowania ciepła od pręta do powietrza.

Warunki brzegowe dla rozpatrywanego przypadku są takie, że wzór ogólny sprowadza się do postaci:

$$\Theta_x = \Theta_p \frac{\cosh \left[m \left(\frac{L}{2} - x \right) \right]}{\cosh \left(m \frac{L}{2} \right)} \quad (2)$$

w którym:

L [m] – całkowita długość pręta,

$\Theta_p = J_p - t_0$ – nadwyżka temperatury na początku pręta (w miejscu jego utwierdzenia),

$\Theta_x = J_x - t_0$ – nadwyżka temperatury w odległości x od początku pręta,

$$x = \left(0 \div \frac{L}{2} \right).$$

17.2 Opis doświadczenia.

Doświadczenie realizowane jest w dwóch wariantach:

- z włączonym wentylatorem nawiewu powietrza na pręt ,
- z wyłączonym wentylatorem (konwekcja naturalna).

Ćwiczenie przeprowadzamy dla dwóch różnych temperatur początkowych J_p pręta.

Zmianę temperatury J_p uzyskuje się przez zmianę mocy grzejnika elektrycznego.

Doświadczenie sprowadza się do pomiaru temperatur pręta termoparą stykową w wyznaczonych punktach x_i na jego długości.

17.3 Opracowanie wyników.

- 3.1. Dla każdej zmierzonej temperatury J_x należy wyliczyć wartość współczynnika m ze wzoru (2) a następnie dla uśrednionej wartości m_{sr} obliczyć a ze wzoru (1a). Powyższe obliczenia należy wykonać dla obu wariantów zgodnie z p. 2.
- 3.2. Sporządzić wykres $\Theta(x)$ wg wzoru (2), w którym $m = m_{sr}$. Na tle tego wykresu zaznaczyć zmierzone wartości Θ_i dla każdego x_i .
- 3.3. Wyjaśnić różnice w przebiegu wykresów dla wariantów z nawiewem powietrza i bez nawiewu.

17.4 Pytania sprawdzające.

1. Przy jakich założeniach zostało wyprowadzone równanie ogólne pręta prostego?
2. Napisz warunki brzegowe dla pręta rozpatrywanego w doświadczeniu i wyprowadź równanie (2) zamieszczone w instrukcji.
3. Podaj wzór na strumień ciepła \dot{Q} wnikający do pręta (jak w p. 2.).
4. Czy pręt krzywy może być prosty? Czy każdy pręt prosty jest prętem prostym?