

ZADANIE - przepływ burzliwy przez rurę

Rurą o średnicy wewnętrznej $D = 100 \text{ mm}$ i długości $L = 6,2 \text{ m}$ płynie $m_p = 0,03 \text{ kg/s}$ powietrza o ciśnieniu $p = 1,013 \text{ bar}$. Temperatura powietrza na wlocie do rury $T' = 27,3^\circ\text{C}$ a na wylocie z rury $T'' = 39^\circ\text{C}$. Wyznaczyć współczynnik wnikania ciepła dla wewnętrznej powierzchni rury oraz średnią temperaturę wewnętrznej powierzchni ścianki rury.

$$D := 0.1\text{m} \quad L := 6.2\text{m} \quad m_p := 0.03 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad p := 1.013 \cdot 10^5 \text{Pa}$$

$$T' := 27.3^\circ\text{C} \quad T'' := 39^\circ\text{C}$$

Średnia temperatura powietrza

$$T_f := \frac{T' + T''}{2} = 33.15^\circ\text{C}$$

$$x_1 := 30^\circ\text{C} \quad x_2 := 40^\circ\text{C} \quad x := T_f = 33.15^\circ\text{C}$$

$$f(y_1, y_2) := y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \cdot (x - x_1)$$

Interpolowane właściwości powietrza - dane do interpolacji odczytane z tablic

$$\rho := f(1.165, 1.128) \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.1533 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\lambda := f(2.67, 2.76) \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} = 2.6983 \times 10^{-2} \frac{1}{\text{K} \cdot \text{m}} \cdot \text{W}$$

$$\text{Pr} := f(0.701, 0.699) = 0.7004$$

$$\nu := f(16, 16.96) \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 1.63 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\mu := \nu \cdot \rho = 1.88 \times 10^{-5} \frac{\text{s}}{\text{m}^2} \cdot \text{N}$$

$$c_p := 1005 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Pole powierzchni przekroju poprzecznego kanału

$$A := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 7.854 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Pole wewnętrznej powierzchni kanału

$$A_w := \pi \cdot D \cdot L = 1.948 \text{ m}^2$$

Średnia prędkość powietrza

$$w := \frac{m_p}{A \cdot \rho} = 3.312 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Re} := \frac{w \cdot D}{\nu} = 20315$$

Ze wzoru Dittusa i Boltera

$n := 0.4$ - ogrzewanie

Warunki stosowalności korelacji

$$\text{Nu} := 0.023 \cdot \text{Re}^{0.8} \cdot \text{Pr}^n = 55.733$$

$$\text{Re} > 10^4$$

$$\text{Re} = 20315$$

$$100 > \text{Pr} > 0.7$$

$$\text{Pr} = 0.7$$

$$\frac{L}{D} > 60$$

$$\frac{L}{D} = 62$$

$$\alpha := \frac{\lambda \cdot \text{Nu}}{D} = 15.039 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}^2}$$

$$Q := m_p \cdot c_p \cdot (T'' - T') = 352.755 \text{ W}$$

Temperatura wewnętrznej powierzchni ścianki rury

$$T_w := T_f + \frac{Q}{A_w \cdot \alpha} = 45.193 \cdot ^\circ\text{C}$$