

Obliczyć współczynnik wnikania ciepła w warunkach konwekcji swobodnej na zewnętrznej ścianie rurociągu poziomego o średnicy $D := 400 \cdot \text{mm}$. Zewnętrzna powierzchnia rury ma temperaturę $T_w := 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperatura otaczającego powietrza jest równa $T_\infty := 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Średnia temperatura warstwy przyściennej

$$T_m := \frac{T_w + T_\infty}{2} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

Parametry termofizyczne powietrza dla temperatury $T_m = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ wynoszą

Lepkość kinematyczna $\nu := 17.95 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

Przewodność cieplna $\lambda := 2.83 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$

Liczba Prandtla $Pr := 0.698$

Współczynnik rozszerzalności objętościowej $\beta := \frac{1}{T_m} = 0.003095 \frac{1}{\text{K}}$

Liczba Grashofa

$$Gr := \frac{g \cdot D^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot (T_w - T_\infty) = 3.617 \cdot 10^8$$

Iloczyn $Gr \cdot Pr = Ra$ (liczba Rayleigha)

$$Gr \cdot Pr = 2.524 \cdot 10^8$$

Współczynniki dla wzoru Michiejewa

Dla $Gr \cdot Pr > 2 \cdot 10^7$ współczynniki C oraz n mają wartość

$$C := 0.135$$

$$n := \frac{1}{3}$$

Liczba Nusselta ze wzoru Michiejewa

$$Nu := C \cdot (Gr \cdot Pr)^n = 85.322$$

Współczynnik wnikania ciepła

$$\alpha := \frac{Nu \cdot \lambda}{D} = 6.036 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Współczynnik wnikania ciepła dla $Gr \cdot Pr > 2 \cdot 10^7$ z uproszczonego wzoru Michiejewa

$$\Delta T := T_w - T_\infty = 60 \text{ K}$$

$$C_3 := 1.48$$

$$\alpha := C_3 \cdot \left(\frac{\Delta T}{K} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K} = 5.794 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$