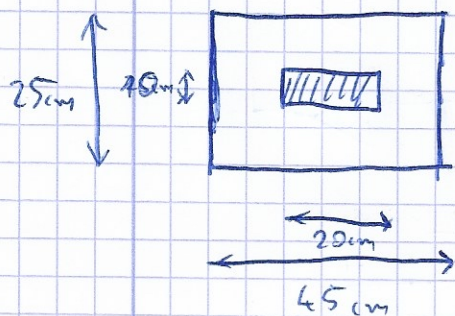


TERMOKINETYKA URZĄDZENI - KOŁOKWIUM

KACPER BORUCKI
245365

28.01.2022

część 1



Średnica hydrauliczna:

$$d_h = \frac{4A}{B} = \frac{4 \cdot 0,0925 \text{ m}^2}{2 \text{ m}} = 0,185 \text{ m} \approx 18,5 \text{ cm}$$

$$A = 0,45 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} - 0,1 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} = 0,0925 \text{ m}^2$$

$$B = 2 \cdot 0,1 \text{ m} + 2 \cdot 0,2 \text{ m} + 2 \cdot 0,25 \text{ m} + 2 \cdot 0,45 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

Temperatura średnicowa: $T_{\text{odn}} = \frac{T_R + T_P}{2} = \frac{300 \text{ K} + 420 \text{ K}}{2} = 360 \text{ K} \rightarrow 86,85^\circ \text{C}$

Przyjęto $T_{\text{odn}} = 90^\circ \text{C}$

Powietrze
przy 90°C :

$$\lambda \cdot 10^2 = 3,13 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$\alpha \cdot 10^6 = 31,9 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\nu \cdot 10^6 = 22,1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$Pr = 0,690$$

Liczba Reynoldsa:

$$\nu = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$Re = \frac{v \cdot d_h}{\nu} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,185 \text{ m}}{22,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} = 83710$$

Liczba Nusselta:

$$Re > 2300 \rightarrow \text{ruch burzliwy}$$

$$\frac{L}{d} = \frac{25}{0,185} = 135 > 50$$

$$Re > 10^4$$

\rightarrow Korytarium Michajewa, zależność dla przepływu burzliwego w prostym kanale

$$Nu = 0,018 Re^{0,8} \approx 156$$

Z powyższych:

$$Nu = \frac{\alpha d_h}{\lambda} \rightarrow \alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_h} = \frac{156 \cdot 3,13 \cdot 10^{-2}}{0,185} = 26,39 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Ciepło oddawane przez ścianę:

$$\dot{Q} = A_s \alpha (T_R - T_P) = 15 \text{ m}^2 \cdot 26,39 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot (420 \text{ K} - 300 \text{ K}) = 47502 \text{ W} = 47,5 \text{ kW}$$

$$A_s = 0,1 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} =$$

Pow. styku: $A_s = 2 \cdot 25 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} + 2 \cdot 25 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$

ZADANIE 3

$$S = 10 \text{ mm}^2$$

$$I = 400 \text{ A}$$

$$t_0 = 30^\circ \text{C}$$

$$\alpha = 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

$$\lambda_{iz} = 0,45 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$d_{iz} = 2 \text{ mm}$$

$$\rho_M = 3 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$d_{iz} = 3,57 + 4 = 7,57 \text{ mm}$$

$$d_k = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{10 \text{ mm}^2}{\pi}} = 3,57 \text{ mm}$$

$$T_0 = 30^\circ \text{C}$$

$$T_{iz} = ?$$

$$d_{iz} = 2 \text{ mm}$$

$d_{iz} < d_k \rightarrow$ przypadek, że $d_{iz} = 2 \text{ mm}$ to grubość izolacji

Szukamy: T na styku izolacji i żyły przy $T_0 = 30^\circ \text{C}$

Ciepło z prądu: $\dot{Q} = I^2 R = I^2 \cdot \frac{\rho \cdot l}{\pi r^2} = I^2 \cdot \frac{\rho \cdot l}{S}$

Ciepło przechodzące przez izolację: $\dot{Q} = \frac{\pi l (T_{iz} - T_0)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha r_2}}$

Z powyższego: $I^2 \frac{\rho l}{S} = \frac{\pi \lambda l (T_{iz} - T_0)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha r_2}}$

$$\left[\begin{aligned} I^2 \frac{\rho}{S} &= 400 \text{ A} \cdot 3 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m} : 10 \text{ mm}^2 = \\ &= 400 \text{ A} \cdot 3 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m} : 10^{-5} \text{ m}^2 = 480 \\ \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha r_2} &= 0,862 \end{aligned} \right]$$

$$\frac{\pi (T_{iz} - T_0)}{0,862} \rightarrow 1,034 = \pi (T_{iz} - T_0)$$

$$T_{iz} - T_0 = 0,33$$

$$T_{iz} = 30,33^\circ \text{C}$$

$$480 = \frac{\pi (T_{iz} - T_0)}{0,862} \rightarrow T_{iz} - T_0 = 480 \cdot 0,862 : \pi = 131,7^\circ \text{C}$$

$$T_{iz} = T_0 + 131,7^\circ \text{C} = 161,7^\circ \text{C}$$