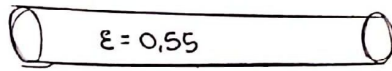


10) Um tubo de aço ($k = 35 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$) e emissividade $0,55$, cujo diâmetro externo é $5,1 \text{ cm}$ e $2,2 \text{ m}$ de comprimento conduz um fluido a 600°C , em um ambiente onde o ar está a 35°C ($h = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$). Existem duas opções: elevar a transferência de calor, ou seja, o tubo pode receber 10 aletas de aço de 5 mm de espessura e $10,2 \text{ cm}$ de diâmetro (aletas circulares) ou ser pintado com um tipo de emissividade $0,83$. Determine a) O fluxo de calor por convecção pelo tubo com aletas.

opções:

tubo original



$$L = 2,2 \text{ m}$$

$$d_e = 5,1 \text{ cm} \rightarrow 0,051 \text{ m}$$

$$r_e = 0,0255 \text{ m}$$

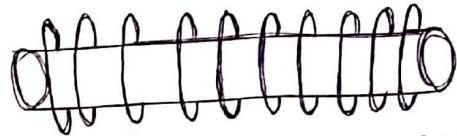
$$h = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

$$T_s = 600^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 35^\circ\text{C}$$

$$k = 35 \text{ (kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C)}$$

caso 01



$$e = 5 \text{ mm}$$

$$d_a = 10,2 \text{ cm}$$

$$N = 10 \text{ aletas}$$

$$r_a = 0,051 \text{ m}$$

caso 02



$$\lambda = L \rightarrow \text{largura do aleta}$$

Calculando o coeficiente do Aleta:

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{k \cdot e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{35 \cdot 0,005}} = \sqrt{\frac{40}{0,175}} = 15,1186 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}} \cdot \frac{\text{h}\cdot\text{m}}{\text{kcal}} \right]$$

$$m \Rightarrow 15,1186 \text{ m}^{-1}$$

Como é o tubo com aletas:

$$m \cdot \lambda = m \cdot (r_a - r_e) = 15,1186 \cdot (0,051 - 0,0255)$$

$$m \cdot \lambda = 15,1186 \cdot 0,0255 = 0,3855 \left[\frac{1}{\text{m}} \cdot \text{m} \right]$$

Calculando a eficiência do aleta:

$$\eta = \frac{\tanh(m\lambda)}{m\lambda} \rightarrow \tanh(m\lambda) = \frac{e^{m\lambda} - e^{-m\lambda}}{e^{m\lambda} + e^{-m\lambda}}$$

$$\tanh(m\lambda) = \frac{e^{0,3855} - e^{-0,3855}}{e^{0,3855} + e^{-0,3855}} = \frac{1,4703 - 0,6801}{1,4703 + 0,6801} = \frac{0,7902}{2,1504} = 0,3675$$

Substituindo:

$$\eta = \frac{0,3675}{0,3855} = 0,9532 = 95,32\%$$

→ Após encontradas a eficiência do alito, vou encontrar a área não alitada e a área dos alitos para poder jogar na fórmula do fluxo de calor com alitos, que é:

$$\dot{q}_{\text{conv}} = h(A_L + \eta \cdot A_A) \cdot \Delta T \quad (I)$$

$$\rightarrow A_L = A_S - n \cdot A_t \Rightarrow 2\pi \cdot r_e \cdot L - N \cdot 2\pi \cdot r_e \cdot e$$

$$A_L = 2\pi \cdot 0,0255 \cdot 2,2 - 10 \cdot 2\pi \cdot 0,0255 \cdot 0,005$$

$$A_L = \cancel{0,3525} - 0,008011 = 0,3445 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow A_A = N \cdot [2\pi(r_a^2 - r_e^2)]$$

$$A_A = 10 \cdot [2\pi \cdot (0,051^2 - 0,0255^2)]$$

$$A_A = 0,1226 \text{ m}^2$$

→ Substituindo os valores encontrados na fórmula (I):

$$\dot{q}_{\text{conv}} = 20 \cdot (0,3445 + 0,9532 \cdot 0,1226) \cdot 565$$

$$\dot{q}_{\text{conv}} = 20 \cdot (0,4614) \cdot 565 = 5213,82$$

$$\dot{q}_{\text{conv}} = 5213,82 \text{ Kcal/h}$$

b) O fluxo de calor por radiação pelo tubo aluminado.

↑ T_A significa que a temperatura da A_r e da $A_A \approx T_S$

$$\dot{q}_{rad} = \sigma \cdot (A_r + A_A) \cdot \epsilon \cdot (T_S^4 - T_\infty^4) \quad \sigma = 4,88 \cdot 10^{-8} \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^4$$

$$\dot{q}_{rad} = 4,88 \cdot 10^{-8} \cdot (0,3445 + 0,1226) \cdot 0,55 \cdot [(600 + 273,15)^4 - (35 + 273,15)^4]$$

$$\dot{q}_{rad} = 4,88 \cdot 10^{-8} \cdot 0,4671 \cdot 0,55 \cdot (5,8124 \cdot 10^{11} - 9,0167 \cdot 10^9)$$

$$\dot{q}_{rad} = 7173,94 \text{ Kcal/h}$$

c) O fluxo de calor por radiação pelo tubo pintado.

→ só mudar a área e a emissividade

$$A_s = 0,3525 \text{ (já calculado)}$$

$$\dot{q}_{rad} = \sigma \cdot A_s \cdot \epsilon \cdot (T_S^4 - T_\infty^4)$$

~~0,3525~~

$$\dot{q}_{rad} = 4,88 \cdot 10^{-8} \cdot 0,3525 \cdot 0,83 \cdot [(600 + 273,15)^4 - (35 + 273,15)^4]$$

$$\dot{q}_{rad} = 1,7202 \cdot 10^{-8} \cdot 0,83 \cdot [5,722 \cdot 10^{11}]$$

$$\dot{q}_{rad} = 8169,68 \text{ Kcal/h}$$

d) Qual opção produz a maior dissipação de calor?

Temos duas opções → tubo com aletas
→ tubo com pintura especial

Então, eu tenho que calcular o fluxo (total) em cada caso e comparar

$$\dot{q}_{aluminado} = \dot{q}_{conv} + \dot{q}_{rad} = 5213,82 \text{ Kcal/h} + 7173,94 \text{ Kcal/h} = 12387,76 \text{ Kcal/h}$$

$$\dot{q}_{pintado} = \dot{q}_{conv} + \dot{q}_{rad} =$$

* Para o tubo com a pintura especial temos apenas:

$$\dot{q}_{\text{rad}} = 8169,68 \text{ kcal/h}$$

→ Então precisamos encontrar \dot{q}_{conv}

$$A_s = 0,3525 \text{ m}^2 \text{ (já calculado)}$$

$$\dot{q}_{\text{conv}} = h \cdot A_s \cdot (T_s - T_\infty)$$

$$\dot{q}_{\text{conv}} = 20 \cdot 0,3525 \cdot (600 - 35)$$

$$\dot{q}_{\text{conv}} = 3983,25 \text{ kcal/h}$$

→ Comparando então:

$$\dot{q}_{\text{aletas}} = 12387,76 \text{ kcal/h}$$

$$\dot{q}_{\text{pintura}} = 8169,68 + 3983,25 = 12152,93 \text{ kcal/h}$$

Observa-se que

$$\dot{q}_{\text{aletas}} > \dot{q}_{\text{pint}}$$

R: Então a opção com aletas tem uma maior transferência de calor