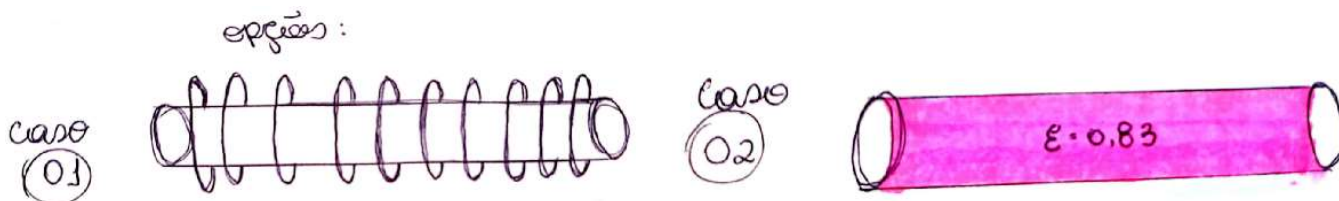


Questão 10) Um tubo de aço ($k = 35 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ e emissividade 0.55) cujo diâmetro externo é 5.1 cm e 2.2 m de comprimento conduz um fluido a 600°C , em um ambiente onde o ar está a 35°C ($h = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$). Existem duas opções: elevar a transferência de calor, ou seja, o tubo pode receber 10 aletas de aço de 5 mm de espessura e 10.2 cm de diâmetro (aletas circulares) ou ser pintado com uma tinta de emissividade de 0.83. Determine:



a) O fluxo de calor por convecção pelo tubo com aletas;

Dados:

$$\epsilon_{\text{tubo}} = 0,55$$

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

$$d_{\text{ext}} = 5,1 \text{ cm}$$

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

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

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

$$K = 35 \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\sigma = 4,88 \cdot 10^{-8} \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$$

Duas opções:

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

$$d_{\text{aleta}} = 10,2\text{cm}$$

$$10 \text{ aletas}$$

ou

Pintar o tubo com uma pintura especial de emissividade 0,83

$$\text{O raio externo} : 0.0255\text{m}$$

$$\text{O raio da aleta} : 0.051\text{m}$$

Calculando o coeficiente da aleta:

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{k \cdot e}}$$

$$m \cdot l = m \cdot (r_{\text{al}} - r_{\text{ext}})$$

Calculando a eficiência da aleta:

$$\eta = \frac{\tanh(m \cdot l)}{m \cdot l}$$

$$\tanh(m \cdot l) = \frac{e^{m \cdot l} - e^{-m \cdot l}}{e^{m \cdot l} + e^{-m \cdot l}}$$

$$\tanh(ml) : 0.36749$$

$$\text{A eficiência da aleta} : 0.95324 \text{ ou } 95.3235\%$$

Após encontrada a eficiência da aleta, necessário ainda encontrar a área não aletada e a área das aletas para poder substituir na fórmula do fluxo de calor com aletas, que:

$$q_{\text{conv}} = h \cdot (A_r + \eta \cdot A_A) \Delta T$$

$$\text{Área sem aletas: } 0.35249\text{m}^2$$

$$\text{Área não aletada: } 0.34448\text{m}^2$$

$$\text{Área das aletas: } 0.12257\text{m}^2$$

$$\text{O fluxo de calor por convecção (tubo aletado) : } 5212.8366\text{kcal/h}$$

b) O fluxo de calor por radiação pelo tubo aletado;

$$q_{\text{rad}} = \sigma \cdot (A_r + A_A) \cdot \epsilon \cdot (T_s^4 - T_\infty^4)$$

O fluxo de calor por radiação (tubo aletado): 7173.0949kcal/h

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

$$\dot{q}_{\text{rad}} = \sigma \cdot (A_r + A_A) \cdot \varepsilon \cdot (T_s^4 - T_{\infty}^4)$$

O fluxo de calor por radiação (tubo pintado): 8169.6999kcal/h

d) Qual opção produz a maior dissipação de calor?

Primeiro precisamos encontrar o valor para o fluxo de calor por convecção para o tubo pintado:

$$\dot{q}_{\text{conv}} = h \cdot A_s \cdot \Delta T$$

O fluxo de calor por convecção (tubo pintado): 3983.0997kcal/h

Agora, preciso calcular o fluxo total para cada caso:

$$\dot{q}_{\text{alet}} = \dot{q}_{\text{conv}} + \dot{q}_{\text{rad}}$$

$$\dot{q}_{\text{pint}} = \dot{q}_{\text{conv}} + \dot{q}_{\text{rad}}$$

O fluxo total de calor na primeira opção (sistema aletado): 12385.9315kcal/h

O fluxo total de calor na segunda opção (tubo pintado): 12152.7995kcal/h

Comparando os valores acima, percebe-se que:

A opção de acrescentar aletas tem uma maior transferência de calor!

O gráfico mostra que o fluxo total da opção com aletas é maior que o fluxo total da opção com tubo

X: tubo pintado

O: tubo com aletas

