

FA673 – Transferência de Calor e Massa

Lista 4

OBS.: Estas respostas podem conter erros. Assim, sejam críticos, questionem os resultados. Em caso de dúvidas, falar com Prof. Rafael ou PED(s).

1. A intensidade na qual a condição na extremidade afeta o desempenho térmico de uma aleta depende da geometria da aleta e de sua condutividade térmica, assim como do coeficiente convectivo. Considere uma aleta retangular de uma liga de alumínio ($k = 180 \text{ W/m.K}$), cuja temperatura da base da aleta é de $T_b = 100^\circ\text{C}$. A aleta está exposta a um fluido com temperatura $T_\infty = 25^\circ\text{C}$ e com coeficiente convectivo uniforme $h = 100 \text{ W/m}^2.\text{K}$ pode ser admitido na superfície da aleta. Para um comprimento da aleta de $L = 10 \text{ mm}$, espessura $t = 1 \text{ mm}$ e largura $w \gg t$, determine a taxa de transferência de calor na aleta por unidade de largura q' , a eficiência η , a efetividade ϵ , a resistência térmica por unidade de largura R_t' e a temperatura na extremidade da aleta para os casos na extremidade ($x = L$):

- a) Transferência de calor por convecção;
- b) Adiabática;
- c) Aleta infinita.

Resp.: a) $q' = 151 \text{ W/m}$; $\eta = 0,96$; $\epsilon = 20,1$; $R_t' = 0,50 \text{ m.K/W}$; $T(L) = 95,6^\circ\text{C}$

b) $q' = 144 \text{ W/m}$; $\eta = 0,92$; $\epsilon = 19,2$; $R_t' = 0,52 \text{ m.K/W}$; $T(L) = 96,0^\circ\text{C}$

c) $q' = 450 \text{ W/m}$; $\eta = 0$; $\epsilon = 60$; $R_t' = 0,167 \text{ m.K/W}$; $T(L) = 25^\circ\text{C}$

2. Aletas de alumínio com perfil triangular são fixadas a uma parede plana cuja temperatura na superfície $T_b = 250^\circ\text{C}$. A espessura da base das aletas é de 2 mm e o seu comprimento é de 6 mm . O sistema encontra-se em um ambiente a uma temperatura de 20°C , com um coeficiente de transferência de calor na superfície de $40 \text{ W/m}^2.\text{K}$.

- a) Quais são a eficiência e a efetividade das aletas?
- b) Qual é o calor dissipado por unidade de largura em uma única aleta?

Resp.: a) $\eta = 0,99$; $\epsilon = 6,02$; b) $q' = 110,8 \text{ W/m}$

3. Determine o aumento percentual na transferência de calor associado à fixação de aletas de alumínio ($k = 240 \text{ W/m.K}$) de perfil retangular a uma parede plana. As aletas têm 50 mm de comprimento; $0,5 \text{ mm}$ de espessura e são igualmente espaçadas a uma distância de 4 mm (250 aletas/m). O coeficiente convectivo associado à parede sem aletas é de $40 \text{ W/m}^2.\text{K}$, enquanto o resultante após a colocação das aletas é de $30 \text{ W/m}^2.\text{K}$.

Resp.: 1.315%

4. As aletas anulares de alumínio ($k = 240 \text{ W/m.K}$) com perfil retangular estão fixadas a um tubo circular que possui diâmetro externo de 50 mm e uma temperatura na superfície externa igual a 200°C . As aletas possuem 4 mm de espessura e 15 mm de comprimento. O sistema se encontra no ar ambiente a 20°C , com um coeficiente convectivo de $40 \text{ W/m}^2.\text{K}$.

- a) Quais são a eficiência e efetividade das aletas?
- b) Se existirem 125 dessas aletas por metro de comprimento do tubo, qual é a taxa de transferência de calor por unidade de comprimento do tubo?

Resp.: a) $\eta = 0,97$; $\epsilon = 11,05$; b) $q' = 6,82 \text{ kW/m}$

5. Um trocador de calor casco e tubos (dois passes no casco e quatro passes nos tubos) é usado para aquecer 10000 kg/h de água pressurizada de 35 a 120°C, utilizando 5000 kg/h de água pressurizada que entra no trocador a 300°C. Sendo o coeficiente global de transferência de calor igual a 1500 W/m².K, determine a área de transferência de calor requerida. Resolva o exercício pelos métodos MLDT e ϵ -NUT.

Resp.: MLDT: A = 4,7 m²; ϵ -NUT: A = 4,75 m²

6. Uma caldeira usada para gerar vapor de água saturado tem a forma de um trocador de calor com escoamentos cruzados e tubos sem aletas, com água escoando no interior dos tubos e um gás a alta temperatura em escoamento cruzado sobre os tubos. O gás, que possui um calor específico de 1120 J/kg.K e uma vazão mássica de 10 kg/s, entra no trocador de calor a 1400 K. A água, a uma vazão de 3 kg/s, entra como líquido saturado a 450 K e sai como vapor saturado a mesma temperatura. Se o coeficiente global de transferência de calor é de 50 W/m².K e há 500 tubos, cada um com 0,025 m de diâmetro, qual é o comprimento necessário dos tubos? Qual a temperatura de saída do gás? Resolva o exercício pelos métodos MLDT e ϵ -NUT.

Resp.: MLDT: L = 4,56 m; ϵ -NUT: L = 4,8 m

T_{sai,q} = 857,9 K

7. Vapor de água saturado deixa uma turbina de vapor a uma vazão de 1,5 kg/s e a uma pressão de 0,51 bar. O vapor deve ser completamente condensado em líquido saturado em um trocador de calor casco e tubos que usa água como fluido frio. A água entra nos tubos, com paredes delgadas, a 17°C e deve deixá-los a 57°C. Supondo um coeficiente global de transferência de calor de 2000 W/m².K, determine a área da superfície de transferência de calor necessária e a vazão de água. Após um longo período de operação, a deposição causa uma diminuição no coeficiente global de transferência de calor para 1000 W/m².K, de tal modo que para condensar completamente o vapor deve haver uma redução na sua vazão. Para as mesmas temperatura de entrada e vazão da água, qual é a nova vazão de vapor necessária para uma condensação completa?

Resp.: A = 41,9 m²; \dot{m}_f = 20,7 kg/s

\dot{m}_q = 0,936 kg/s

8. Um trocador de calor é formado por uma matriz com 1200 tubos com paredes delgadas sobre os quais ar escoa em escoamento cruzado. Os tubos estão posicionados alinhados, perfazendo 40 colunas longitudinais e 30 linhas transversais. Os tubos possuem 0,07 m de diâmetro e 2 m de comprimento, com passos transversal e longitudinal de 0,14 m. O fluido quente, escoando no interior dos tubos, é vapor d'água saturado, que condensa a 400 K. O coeficiente de transferência de calor por convecção no vapor em condensação é muito maior do que aquele no lado do ar. Se o ar entra no trocador de calor a \dot{m}_f = 12 kg/s, 300 K e 1 atm, qual é a sua temperatura de saída?

Resp.: T = 104°C

OBS.: Resistência térmica no lado do vapor é desprezível.