



OPERAÇÕES UNITÁRIAS II

Prof. Antonio Carlos da Silva

EXERCÍCIOS – SÉRIE 1

Reposição para o período de suspensão de aulas devido à pandemia de COVID 19

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE PELÍCULA INTERNO

(teoria apresentada na última aula presencial em 13 de março de 2018)

1 – Precisa-se de um trocador de calor de casco e tubo para resfriar 3,3 kg/s de uma solução com $C_p = 3260 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, de 80°C para 50°C , com água, $C_p = 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, entrando nos tubos a 18°C , na vazão de 4,1 kg/s. Os tubos devem ter diâmetro externo 26 mm e diâmetro interno 24 mm. Calcule a área de troca de calor para um trocador na configuração 2-4, considerando:

- para a solução: $h = 7100 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$.

- para a água: $\mu = 0,86 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{s}$ e $k = 0,61 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$

- trocador de calor: 16 tubos

$Q = 322.740 \text{ W}$; $DTML = 36,1^\circ\text{C}$; $U = 3976 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$; $A = 2,25 \text{ m}^2$

2 - Necessita-se de um trocador de calor de casco e tubos para resfriar 8,31 kg/s de solução de etanol ($c_p = 3840 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$), de 75°C até 40°C , com água fria ($c_p = 4180 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$), entrando nos tubos a 10°C , a uma vazão de 12,15 kg/s. Os tubos deverão ter diâmetro externo 26 mm e diâmetro interno 22 mm. A resistência da parede dos tubos pode ser desprezada. Calcule a área de troca de calor em cada uma das seguintes configurações:

a) trocador 1-1, contracorrente;

b) trocador 2-4.

Dados:

- solução de etanol: $h = 7500 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$

- água: $\mu = 1,31 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{s}$ e $k = 0,585 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$

- número de tubos: 20

$Q = 1.116.864 \text{ W}$;

a) $DTML = 36,1^\circ\text{C}$; $U = 3287 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$; $A = 9,4 \text{ m}^2$;

b) $DTML = 34,7^\circ\text{C}$; $U = 5680 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$; $A = 5,55 \text{ m}^2$

3 - Um trocador de calor com correntes cruzadas, ambas não misturadas, com 60 tubos de diâmetro interno 26 mm, diâmetro externo 32 mm e 2,2 metros de comprimento, deve aquecer ar com água. O ar com fluxo de 2,5 kg/s, entra a 20°C ($c_p = 1005 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$) no casco e a água, com fluxo de 0,25 kg/s, entra a 92°C ($c_p = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$) nos tubos. Calcule o coeficiente global de transferência de calor, desprezando a resistência da parede dos tubos.

Dados:

- coeficiente de convecção do ar: $h = 7200 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

- condutividade térmica da água: $k = 0,623 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$

- viscosidade da água: $\mu = 7,65 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$

$U = 77,9 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$