



## Primeira lista de exercícios

### Trocadores de calor – Método DTML

1) Vapor no condensador de uma termoelétrica deve ser condensado a uma temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$  com água de refrigeração de um lago próximo que entra nos tubos do condensador a  $14^{\circ}\text{C}$  e os deixa a  $22^{\circ}\text{C}$ . A superfície dos tubos tem  $45\text{ m}^2$ , e o coeficiente global de transferência de calor é  $2100\text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ . Determine a vazão mássica necessária da água de resfriamento e do vapor no condensador.

R: 32,5 kg/s; 0,45 kg/s.

2) Um trocador de calor contracorrente de tubo duplo deve aquecer água de  $20^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  a uma taxa de  $1,2\text{ kg/s}$ . O aquecimento é obtido por água geotérmica disponível a  $160^{\circ}\text{C}$  com vazão mássica de  $2\text{ kg/s}$ . O tubo interno tem uma parede fina e diâmetro de  $1,5\text{ cm}$ . Considerando que o coeficiente global de transferência de calor do trocador é  $640\text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ , determine o comprimento do trocador de calor necessário para alcançar o aquecimento desejado.

R: 109 m.

3) Um trocador de calor com 2 passes no casco e 4 nos tubos é utilizado para aquecer glicerina entre  $20^{\circ}\text{C}$  e  $50^{\circ}\text{C}$ , com água quente que entra a  $80^{\circ}\text{C}$  nos tubos de parede fina de  $2\text{ cm}$  em diâmetro e os deixa a  $40^{\circ}\text{C}$ . O comprimento total dos tubos no trocador de calor é  $60\text{ m}$ . O coeficiente de transferência de calor por convecção é  $25\text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$  no lado da glicerina (casco) e de  $160\text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$  no lado da água (tubos). Determine a taxa de transferência de calor no trocador de calor

a) Antes de qualquer incrustação

R: 1830 W.

b) Depois que uma incrustação com fator de  $0,0006\text{ m}^2\cdot^{\circ}\text{C/W}$  ocorre sobre a superfície externa dos tubos.

R: 1805 W.



- 4) Um trocador tubular deve ser projetado para resfriar benzeno (mantido sob pressão no estado líquido) de 82°C para 38°C com água escoando na seção anular, entrando a 21°C, a 1,12 m/s. Os tubos são de aço, o interno com diâmetro de 32 mm e o externo com diâmetro 50 mm. Qual o comprimento do TC para resfriar 3250 kg/h de benzeno?

R: 20,49 m.

**Dados:**

Benzeno:

$$\rho = 798 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,39 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$$

$$C_p = 1881 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$K = 0,153 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Água:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 725 \cdot 10^{-6} \text{ Ns/m}^2$$

$$C_p = 4180 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$K = 0,625 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

- 5) Um trocador de calor de fluxo cruzado de único passe é utilizado para resfriar a água ( $C_p = 4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ ) de um motor diesel de 90°C para 60°C, usando ar ( $C_p = 1,02 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ ) com temperatura de entrada de 30°C. Ambos os escoamentos (de ar e de água) não misturados. Considerando que as taxas de vazão mássica de água e ar são 42000 kg/h e 180000 kg/h, respectivamente, determine a diferença média logarítmica de temperatura para esse trocador de calor.

R: 28,2 °C.

- 6) Um teste é realizado para determinar o coeficiente global de transferência de calor em um trocador de calor de casco e tubos para óleo-água que tem 24 tubos de diâmetro interno de 1,2 cm e 2m de comprimento em um único casco. A água fria ( $C_p = 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ) entra nos tubos a 20°C, a uma taxa de 3 kg/s, e os deixa a 55°C. O óleo ( $C_p = 2150 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ) escoia através do casco e é resfriado de 120°C para 45°C. Determine o coeficiente global de transferência de calor  $U_i$  desse trocador de calor com base na superfície interna dos tubos.

R: 8,31 kW/m<sup>2</sup>. °C.

- 7) Um trocador de calor de escoamento cruzado em único passe com ambos os fluidos sem mistura tem água que entra no tubo a 16°C e o deixa a 33°C, enquanto o óleo ( $C_p = 1,93 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$  e  $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$ ) que flui a 0,19 m<sup>3</sup>/min entra a 38°C e o deixa a 29°C. Considerando que a superfície da área do trocador de calor é 20 m<sup>2</sup>, determine o valor do coeficiente global de transferência de calor.

R: 340,36 W/m<sup>2</sup>. °C.

- 8) Ar ( $C_p = 1005 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ) deve ser preaquecido por gases quentes em um trocador de calor de escoamento cruzado antes de entrar em um forno. O ar entra no trocador de calor a 95 kPa e 20°C, a uma taxa de 0,8 m<sup>3</sup>/s. Gases



de combustão ( $C_p = 1100 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ) entram a  $180^\circ\text{C}$  a uma taxa de  $1,1 \text{ kg/s}$  e saem a  $95^\circ\text{C}$ . O produto de coeficiente global de transferência de calor e da superfície de transferência de calor é  $UA_s = 1200 \text{ W/}^\circ\text{C}$ . Considerando ambos os fluidos sem mistura, determine a taxa de transferência de calor e a temperatura de saída do ar.

R:  $102850\text{W}$ ;  $83,7^\circ\text{C}$ .

- 9) Um trocador de calor de casco e tubos com 2 passes no casco e 8 passes no tubo é utilizado para aquecer álcool etílico ( $C_p = 2670 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ) nos tubos de  $25^\circ\text{C}$  para  $70^\circ\text{C}$  a uma taxa de  $2,1 \text{ kg/s}$ . O aquecimento deve ser feito com água ( $C_p = 4190 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ), que entra no lado do casco a  $95^\circ\text{C}$  e o deixa a  $45^\circ\text{C}$ . Considerando que o coeficiente global de transferência de calor é  $950 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ , determine a superfície de transferência de calor do trocador de calor.

R:  $13,94 \text{ m}^2$ .