

Um trocador de calor tipo casco e tubo, com um passe no casco e quatro passes no tubo, tem 4,8 m<sup>2</sup> de área de troca. O coeficiente global de troca de calor dessa unidade é estimado em 312 W/m<sup>2</sup>K. O trocador foi projetado para uso com água e benzeno, mas pretende-se usá-lo agora para resfriar uma corrente de óleo (cp=2219 J/kgK) a 122°C, escoando a 5443 kg/h, com água de esfriamento (cp=4187 J/kgK), disponível a 12,8°C e com uma vazão mássica igual a 2268 kg/h. Nessa nova aplicação, determine as temperaturas de saída das duas correntes de fluido.

① Determinação de C<sub>min</sub>

$$\dot{C} = \dot{m} \cdot c_p$$

$$\text{Água} \Rightarrow \dot{C}_{\text{água}} = \frac{2268}{3600} \cdot 4187 \Rightarrow \dot{C}_{\text{água}} = 2,64 \cdot 10^3 \text{ W/K}$$

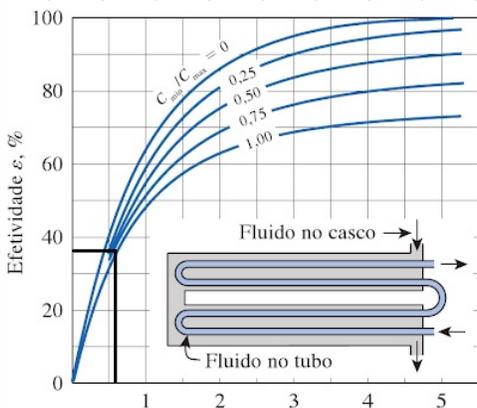
$$\text{Óleo} \Rightarrow \dot{C}_{\text{óleo}} = \frac{5443}{3600} \cdot 2219 \Rightarrow \dot{C}_{\text{óleo}} = 3,36 \cdot 10^3 \text{ W/K}$$

$$\therefore C_{\min} = C_{\text{água}} = 2,64 \cdot 10^3 \text{ W/K}$$

② Determinação da efetividade

$$Z = \frac{C_{\min}}{C_{\max}} \Rightarrow Z = \frac{2,64 \cdot 10^3}{3,36 \cdot 10^3} \Rightarrow Z = 0,786$$

$$NUT = \frac{UA}{C_{\min}} \Rightarrow NUT = \frac{312 \cdot 4,8}{2,64 \cdot 10^3} \Rightarrow NUT = 0,567$$



$$\epsilon \approx 36\% = 0,36$$

$$\text{Com Excel} \Rightarrow \epsilon = 0,364$$

• Capacidade de fluxo de calor do trocador

$$\dot{q} = \epsilon \cdot C_{\min} \cdot (T_{eq} - T_{ef})$$

$$\dot{q} = 0,364 \cdot 2,64 \cdot 10^3 \cdot (122 - 12,8)$$

$$\dot{q} = 1,05 \times 10^5 \text{ W}$$

• Temperaturas de saída

$$\dot{q} = \dot{m}_{\text{água}} \cdot C_{\text{água}} \cdot (T_{sf} - T_{ef}) = C_{\min} \cdot (T_{sf} - T_{ef})$$

$$1,05 \times 10^5 = 2,64 \cdot 10^3 (T_{sf} - 12,8) \Rightarrow T_{sf} = 52,6^\circ\text{C}$$

Óleo

$$\dot{q} = \dot{m}_{\text{óleo}} \cdot C_{\text{óleo}} (T_{eq} - T_{sq}) = C_{\text{óleo}} \cdot (T_{eq} - T_{sq})$$

$$1,05 \times 10^5 = 3,36 \times 10^3 (122 - T_{sq}) \Rightarrow T_{sq} = 90,8^\circ\text{C}$$

Água está disponível para ser usada a  $15,5^{\circ}\text{C}$  e vazão mássica de  $67,5 \text{ kg/min}$ . Sua temperatura deve chegar a  $60^{\circ}\text{C}$ , trocando calor com óleo ( $c_p=1184 \text{ J/kgK}$ ) que entra no trocador a  $115^{\circ}\text{C}$  e deve sair a  $26,7^{\circ}\text{C}$ . O coeficiente global de transmissão de calor é  $280 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Determine a área de troca necessária.

• Vazão mássica do óleo

$$\dot{q} = \dot{m}_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_{s\text{água}} - T_{e\text{água}})$$

$$\dot{q} = \frac{67,5}{60} \cdot 4187 \cdot (60 - 15,5) \Rightarrow \dot{q} = 2,10 \times 10^5 \text{ W}$$

$$\dot{q} = \dot{m}_{\text{óleo}} \cdot c_{\text{óleo}} \cdot (T_{e\text{óleo}} - T_{s\text{óleo}})$$

$$2,10 \times 10^5 = \dot{m}_{\text{óleo}} \cdot 1884 \cdot (115 - 26,7)$$

$$\dot{m}_{\text{óleo}} = 1,26 \text{ kg/s}$$

• Determinação do  $Z = C_{\text{mín}} / C_{\text{máx}}$

$$C_f = \dot{m}_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \Rightarrow C_f = \frac{67,5}{60} \cdot 4187 \Rightarrow C_f = 4,71 \times 10^3 \text{ W/K}$$

$$C_g = \dot{m}_{\text{óleo}} \cdot c_{\text{óleo}} \Rightarrow C_g = 1,26 \times 1884 \Rightarrow C_g = 2,37 \times 10^3 \text{ W/K}$$

$$\therefore C_{\text{mín}} = 2,37 \times 10^3 \text{ W/K}$$

$$Z = \frac{2,37 \times 10^3}{4,71 \times 10^3} \Rightarrow Z = 0,503$$

• Cálculo da efetividade

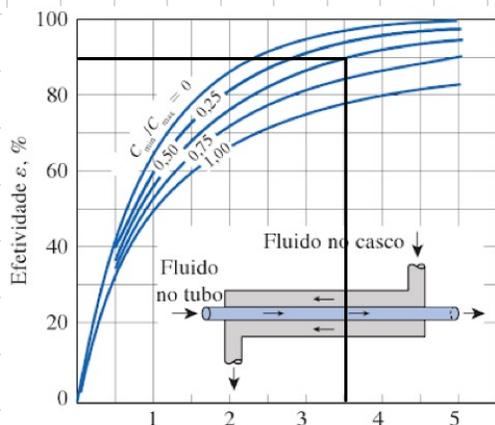
$$q_{\text{máx}} = C_{\text{mín}} (T_{e_g} - T_{e_f})$$

$$q_{\text{máx}} = 2,37 \times 10^3 (115 - 15,5)$$

$$q_{\text{máx}} = 2,36 \times 10^5 \text{ W}$$

$$\epsilon = \frac{q}{q_{\max}} \Rightarrow \epsilon = \frac{2,10 \times 10^5}{2,36 \times 10^5} \Rightarrow \epsilon = 0,89$$

• Determinação do NUT



$$Z = 0,503$$

$$\epsilon = 0,89$$

$$NUT \cong 3,5 \text{ (gráfico)}$$

$$NUT = 3,5 \text{ (Excel)}$$

$$NUT = \frac{l}{Z-1} \cdot \ln \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon \cdot Z-1} \right) \Rightarrow NUT = \frac{1}{0,503-1} \cdot \ln \left( \frac{0,89-1}{0,89 \cdot 0,503-1} \right)$$

$$NUT = 3,25 \text{ (fórmula)}$$

• Cálculo da Área

$$NUT = \frac{U \cdot A}{C_{\min}} \Rightarrow A = \frac{3,25 \times 2,37 \times 10^3}{280} \Rightarrow A = 27,5 \text{ m}^2$$

O calor excedente no óleo ( $c_p=1884 \text{ J/kgK}$ ) de um processo será usado para aquecer um fluxo de água ( $c_p=4187 \text{ J/kgK}$ ). O óleo tem uma temperatura de  $120^\circ\text{C}$  e uma vazão mássica de  $21100 \text{ kg/h}$ . A água tem uma temperatura de entrada de  $26^\circ\text{C}$  e uma vazão mássica de  $22200 \text{ kg/h}$ , e deve ser aquecida até  $45^\circ\text{C}$ . O trocador tem um passe no casco, e dois no tubo. Determine a área de troca necessária, supondo um coeficiente global de  $200 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

• Determinação de  $C_{\min}$

$$\text{Óleo} \Rightarrow C_{\text{óleo}} = \dot{m}_{\text{óleo}} \cdot c_{p\text{óleo}} \Rightarrow C_{\text{óleo}} = \frac{21100 \cdot 1884}{3600} \Rightarrow C_{\text{óleo}} = 6,94 \times 10^3 \text{ W/K}$$

$$\text{Água} \Rightarrow C_{\text{água}} = \dot{m}_{\text{água}} \cdot c_{p\text{água}} \Rightarrow C_{\text{água}} = \frac{22200 \cdot 4187}{3600} \Rightarrow C_{\text{água}} = 25,8 \times 10^3 \text{ W/K}$$

$$\therefore C_{\min} = 6,94 \times 10^3 \text{ W/K (óleo)} \quad \text{e} \quad C_{\max} = 25,8 \times 10^3 \text{ (água)}$$

• Determinação da efetividade

$$z = \frac{C_{\min}}{C_{\max}} \Rightarrow z = \frac{6,94 \times 10^3}{25,8 \times 10^3} \Rightarrow z = 0,27$$

$$q_{\max} = C_{\min} \cdot (T_{c,q} - T_{c,t})$$

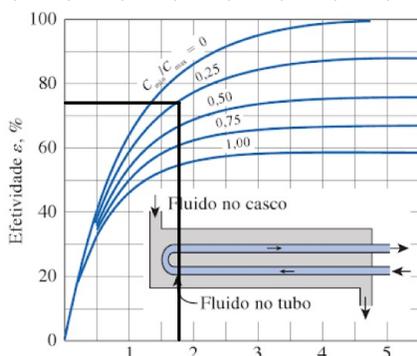
$$q_{\max} = 6,94 \times 10^3 (120 - 26) \Rightarrow q_{\max} = 6,52 \times 10^5 \text{ W}$$

$$q = \dot{m}_{\text{água}} \cdot c_{p\text{água}} \cdot (T_s - T_e)$$

$$q = \frac{22200 \cdot 4187 \cdot (45 - 26)}{3600} \Rightarrow q = 4,91 \times 10^5 \text{ W}$$

$$\epsilon = \frac{q}{q_{\max}} \Rightarrow \epsilon = \frac{4,91 \times 10^5}{6,52 \times 10^5} \Rightarrow \epsilon = 0,75$$

• Determinação de NUT



$$\epsilon = 0,75$$

$$z = 0,27$$

$$NUT \approx 1,8$$

$$NUT = 1,84$$

• Cálculo da Área

$$NUT = \frac{U \cdot A}{C_{min}} \Rightarrow A = \frac{1,84 \cdot 6,94 \times 10^3}{200}$$

$$A = 63,8 \text{ m}^2$$





