

Trocador de calor

- 1) Um trocador de calor de escoamento cruzado e tubos aletados deve usar o gás de exaustão de uma turbina a gás para aquecer água pressurizada. Medidas em laboratório são efetuadas em uma versão protótipo do trocador, com área superficial de 10 m^2 , para determinar o coeficiente global de transferência de calor como uma função das condições operacionais. Medidas efetuadas sob condições particulares, nas quais $\dot{m}_q = 2 \text{ kg/s}$, $T_{q,\text{ent}} = 325^\circ\text{C}$, $\dot{m}_f = 0,5 \text{ kg/s}$ e $T_{f,\text{ent}} = 25^\circ\text{C}$, revelam uma temperatura de saída da água de $T_{f,\text{sai}} = 150^\circ\text{C}$. Qual o valor do coeficiente global de transferência de calor no trocador?

Resp. $160 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

- 2) Água, a uma vazão de 45.500 kg/h , é aquecida de 80 até 150°C em um trocador de calor que possui dois passes no casco e oito passes nos tubos, com uma área superficial total de 925 m^2 . Gases quentes de exaustão, que possuem aproximadamente as mesmas propriedades termofísicas do ar, entram no trocador a 350°C e deixam a 175°C . Determine o coeficiente global de transferência de calor.

Resp. $29,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- 3) 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 $1500 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, determine a área de transferência de calor requerida.

Resp. $4,75 \text{ m}^2$.

- 4) Considere o trocador de calor do problema 3. Após vários anos de operação, observa-se que a temperatura de saída da água fria atinge somente 95°C , em vez dos desejados 120°C , para as mesmas vazões e temperaturas de entrada dos fluidos. Determine o fator de deposição total (superfície interna e externa), que é a causa do desempenho pior do equipamento.

Resp. $5,74 \times 10^{-4} \text{ m}^2\text{K/W}$.

- 5) Um radiador de automóvel pode ser visto como um trocador de calor com escoamento cruzado, com os dois fluidos não-misturados. Água, a uma vazão de $0,05 \text{ kg/s}$, entra no radiador a 400 K e deve deixá-lo a 330 K . A água é resfriada por ar, que entra a $0,75 \text{ kg/s}$ e a 300 K . Sendo o coeficiente global de transferência de calor igual a $200 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, qual é a área de transferência de calor necessária?

Resp. $1,5 \text{ m}^2$.

- 6) Um trocador de calor com escoamento cruzado e único passe usa gases de exaustão quentes (misturados) para aquecer uma vazão de 3 kg/s de água (não-misturada) de 30 até 80°C . Os gases de exaustão, que possuem propriedades termofísicas similares às do ar entram e saem do trocador a 225 e 100°C , respectivamente. Sabendo que o coeficiente global de transferência de calor é de $200 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, estime a área de transferência de calor necessária.

Resp. $33,1 \text{ m}^2$.

- 7) Um trocador de calor casco e tubos deve aquecer 10000 kg/h de água de 16 a 84°C , utilizando óleo de motor quente que escoar através do casco. O óleo faz um único passe no casco, entrando a 160°C e deixando o trocador a 94°C , com um coeficiente de transferência de calor médio de $400 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. A água escoar através de 11 tubos de latão com $22,9 \text{ mm}$ de diâmetro interno e $25,4 \text{ mm}$ de diâmetro externo, com cada tubo fazendo quatro passes no casco. Admitindo o escoamento da água plenamente desenvolvido, determine o comprimento dos tubos por passe requerido.

Resp. $9,6 \text{ m}$.

8) Um sistema de conservação de energia térmica oceânica está sendo proposto para a geração de energia elétrica. Tal sistema está baseado no ciclo padrão de energia no qual o fluido de serviço é evaporado, passa através de uma turbina e em sequência, é condensado. O sistema deve ser utilizado em locais muito especiais, nos quais a temperatura da água do oceano na região próxima à superfície é de aproximadamente 300K, enquanto a temperatura em profundidades razoáveis é de aproximadamente 280 K. A água mais quente é usada como uma fonte de calor para evaporar o fluido de serviço, enquanto a água mais fria é usada como um sumidouro de calor para a condensação de fluido. Considere uma unidade que deve gerar 2 MW de eletricidade com uma eficiência (produção de energia elétrica em relação ao calor alimentado) de 3%. O evaporador é um trocador de calor com um único casco e muitos tubos fazendo dois passes. Se o fluido de serviço é evaporado na sua temperatura de mudança de fase de 290 K, com a água do oceano entrando no trocador a 300 K e deixando-o a 292 K, qual é a área de troca térmica que o evaporador deve possuir? Qual é a vazão de água através do evaporador que deve ser mantida? O coeficiente global de transferência de calor pode ser aproximado por $1200 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Resp. 11100 m^2 ; 1994 kg/s .

9) Um trocador de calor casco e tubos, com um passe no casco e 20 passes nos tubos, utiliza água quente no lado dos tubos para aquecer óleo que escoar pelo lado do casco. O único tubo, de cobre, possui diâmetro interno e externo de 20 e 24 mm, e um comprimento por passe de 3m. A água entra a 87°C e $0,2 \text{ kg/s}$, e sai a 27°C . As temperaturas de entrada e de saída do óleo são 7 e 37°C . Qual é o valor do coeficiente de transferência de calor por convecção médio na superfície externa do tubo?

Resp. $878 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

10) O gás de exaustão de uma fornalha é usado para pré-aquecer o ar de combustão alimentado nos queimadores da fornalha. O gás, que possui uma vazão de 15 kg/s e uma temperatura de entrada de 1100 K , passa pelos tubos de uma matriz tubular, enquanto o ar, a uma vazão de 10 kg/s e a uma temperatura de entrada de 300 K , encontra-se em escoamento cruzado sobre o lado externo dos tubos. Os tubos não possuem aletas e o coeficiente global de transferência de calor é de $100 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Determine a área total da superfície dos tubos necessária para se obter uma temperatura de saída do ar de 850 K . Pode-se supor que tanto o gás de exaustão como o ar possuem um calor específico de $1075 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

Resp. 243 m^2 .

11) Uma caldeira usada para gerar vapor d'água saturado tem a forma de um trocador de calor com escoamentos cruzados e tubos sem aletas, com a 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 $1120 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 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 à mesma temperatura. Se o coeficiente global de transferência de calor é de $50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e há 500 tubos, cada um com $0,025 \text{ m}$ de diâmetro, qual é o comprimento necessário dos tubos?

Resp. $4,8 \text{ m}$.