

Aula prática: Trocador de Calor a Placas

1. Objetivos

Calcular e analisar parâmetros significativos das condições de operação de um trocador a placas. Dessa maneira, determina-se o coeficiente global de transferência de calor, tanto para o escoamento paralelo como para o escoamento em contracorrente, a partir dos coeficientes individuais e da relação global (Equação de Fourier integrada).

2. Fundamentos Teóricos

O coeficiente global de transferência de calor para um sistema constituído por dois fluidos à temperaturas diferentes depende fundamentalmente das resistências térmicas envolvidas. Assim, o valor é determinado pelas resistências convectivas que se estabelecem entre o fluido quente e fluido frio e pela resistência condutiva oferecida pela parede das placas.

Expressando-se esse coeficiente global (U) em função da área da superfície externa do tubo interno, tem-se:

$$\frac{1}{U_i A} = \frac{1}{h_q A} + \frac{L}{k A} + \frac{1}{h_f A} \quad (1)$$

onde:

A_q, A_f = área das placas (A);

h_q, h_f = coeficiente de película quente e frio, respectivamente;

k = condutividade térmica do material;

L = espessura da placa (ex: aço inox).

Em geral a resistência pela parede da placa é pequena em relação às outras duas resistências convectivas e, portanto a equação (1) passa a ser escrita na forma:

$$\frac{1}{U_i} = \frac{1}{h_q} + \frac{1}{h_f} \quad (2)$$

Para a determinação experimental do coeficiente global, faremos o uso da Equação de Fourier na sua forma integrada, ou seja:

$$q = U A F \Delta T_{ml} \quad (3)$$

onde:

q = taxa de transferência de calor

A = área das placas

F = fator de correção para o método MLDT

ΔT_{ml} = diferença média de temperatura entre duas correntes (quente e fria)

Para o cálculo da taxa de calor transferido podemos utilizar:

$$Q = m_f c_f \Delta T_f = m_q c_q \Delta T_q \quad (4)$$

Onde:

m = vazão mássica da corrente

c = calor específico da corrente, avaliado à temperatura média aritmética.

Obs. Os sub-índices, f e q referem-se às correntes fria e quente, respectivamente.

A Figura 1 permite observar o perfil de temperatura dos fluidos que escoam num trocador bitubular.

Para determinação da diferença de temperatura média entre as duas correntes, utilizaremos a diferença média logarítmica de temperatura (MLDT), definida por:

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} \quad (5)$$

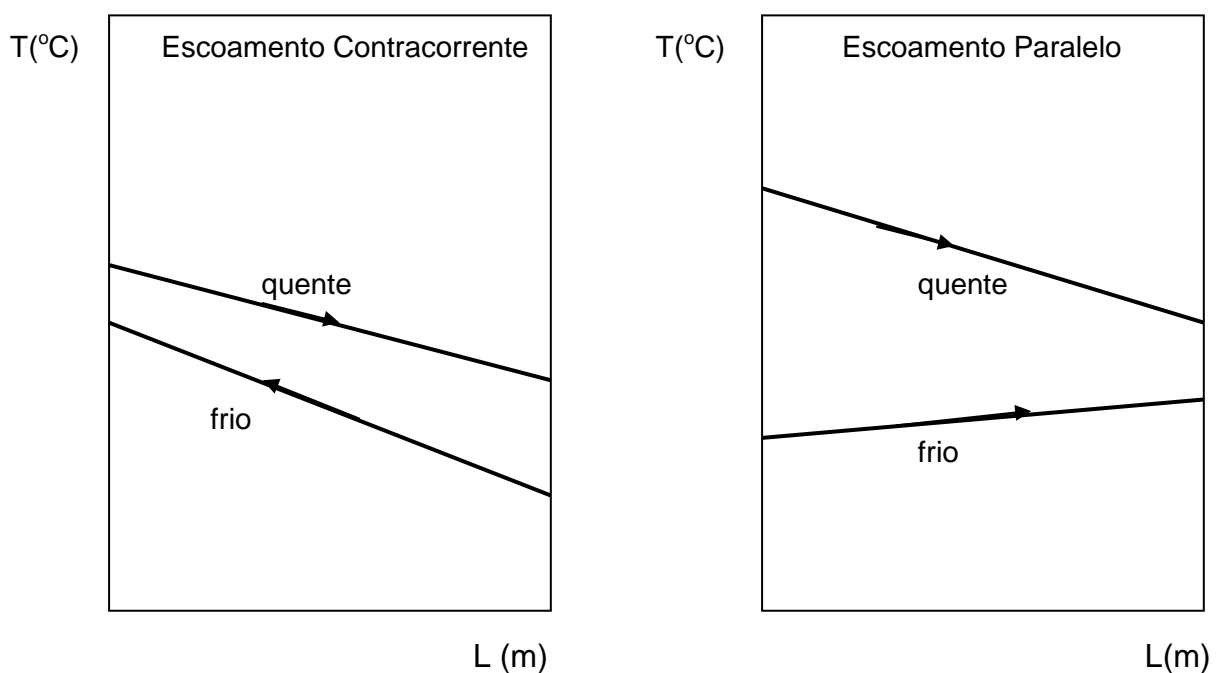


Fig. 1. Perfil de temperatura dos fluidos que escoam em um trocador de calor.

Evidentemente, a utilização da Equação (2) para a determinação do coeficiente global de transferência de calor, só é possível desde que se conheçam os coeficientes de película interno e externo. Na literatura, dispõe-se de várias relações empíricas que possibilitam a determinação desses coeficientes, como abordado nas aulas teóricas. Sabendo que as dimensões do trocador estão especificadas no catálogo. Considere as correlações de Nusselt para placas com padrão espinha de peixe, sendo $\phi=50^\circ$ e a razão viscosidade dinâmica do fluido $\left(\frac{\mu}{\mu_p}\right)^{0,14}$ é um fator de correção, que no caso de fluidos pouco viscosos, é unitário.

3. Equipamentos e Materiais

- Indicar o procedimento experimental adotado na aula pratica.

4. Procedimento Experimental

- Indicar o procedimento experimental utilizado e ilustrar com fotos e figuras.

5. Análise dos Resultados

- Determinar a taxa de transferência de calor, utilizando as equações (3), (4) e (5), para escoamento em paralelo e em contracorrente. Fazer as determinações para o caso de regime laminar e turbulento.
- Calcular o coeficiente global de transferência de calor, utilizando a equação (1) e com o auxílio das relações (6) e (7), para escoamento em paralelo e em contracorrente e comparar com os valores obtidos no item a).

6. Referência Bibliográfica

- INCROPERA, Fundamentos de transferência de calor e de massa.
- IBARZ & BARBOSA-CANOVAS, Unit Operations in Food Engineering.
- KERN, D.Q. Processos de Transferência de Calor. Guanabara Dois S.A. Rio de Janeiro, 1982.
- KREITH, F. Princípios de Transferência de Calor. Edgard Blucher Ltda. São Paulo. 1977.
- FOUST, A.S. et al. Princípios das Operações Unitárias. Guanabara Dois S.A. Rio de Janeiro. 1982.