

A quantidade de calor transferida pela superfície de um único tubo, definida pela lei de Fourier como

$$q = -2\pi k_i \int_0^L r \frac{\partial T}{\partial r} dz \quad \text{para } r = R_i \quad (58)$$

Pode ser obtida da equação (28), que contém somente parâmetros conhecidos:

$$q = -2\pi k_i \int_0^L r \frac{\partial T}{\partial r} dz \quad \text{para } r = R_i \quad (59)$$

Nessas equações, L é o comprimento dos tubos e k_i é a condutividade térmica do fluido interno. O fluxo total de energia transferida por todos os dutos do banco resulta então

$$Q = 2\pi N k_i R_i^2 \frac{W_\infty}{\alpha} (T_{ii} - T_{io}) \left[e^{-\frac{2\alpha z}{R_i^2 W_\infty}} - 1 \right] \quad (60)$$

onde N é o número de dutos. Essa quantidade de calor deve ser consistente com a definida pelo membro direito da equação (48):

$$Q = m_i c_i (T_{ii} - T_{io}) \quad (61)$$

Igualando as equações (60) e (61), obtém-se uma estimativa para o número total de tubos necessários para que o banco dissipe a quantidade de calor requerida pelo balanço global:

$$N = \frac{\alpha m_i c_i (T_{ii} - T_{io})}{2\pi k_i R_i^2 W_\infty (T_{ii} - T_{io}) \left[e^{-\frac{2\alpha z}{R_i^2 W_\infty}} - 1 \right]} \quad (62)$$

As equações (28), (48), (51) e (54) podem ser utilizadas para elaborar um método direto para dimensionamento de trocadores de calor casco-tubo. Esse método consiste basicamente de três passos:

1. A fim de determinar o comprimento do trocador é necessário resolver um sistema contendo a equação (52) e uma restrição do tipo função objetivo,

a fim de minimizar o custo ou maximizar o lucro total da planta. Caso essa restrição não esteja disponível, é preciso prescrever a temperatura de saída do fluido interno, em função de perdas por evaporação ou em função de sua especificação comercial. Uma vez prescrita essa temperatura, basta então isolar z na equação (28).

2. A vazão mássica ou a temperatura de saída do fluido externo podem ser determinadas a partir da equação (48). Usualmente a vazão máxima é estimada em função da perda de carga [3,4].
3. O número de tubos - e, portanto, a respectiva área de troca -, é obtido a partir da equação (62)

Esse algoritmo pode ser reduzido a um único passo quando a vazão mássica possui um intervalo de variação tão restrito, que pode ser considerada conhecida. Neste caso, a velocidade da corrente livre pode ser expressa como

$$W_\infty = \frac{m}{\rho \pi R_i^2 N} \quad (63)$$

Na equação (53). Neste caso, o calor transferido é expresso em termos do número de tubos que formam o banco e de seu respectivo comprimento.

Uma vez determinados os parâmetros livres, torna-se possível plotar a distribuição de temperaturas resultante, a fim de verificar se é necessário estabelecer novas condições de operação (regulagem da vazão dos fluidos) ou mesmo se seria preciso utilizar maior número de passes nos tubos ou na própria carcaça do trocador.

O caráter analítico das soluções obtidas permite a formulação de códigos fonte suficientemente flexíveis para que possam ser aplicados a uma ampla classe de problemas envolvendo o projeto e simulação de trocadores de calor. Dessa forma, quando surge a necessidade de implementar refinamentos no modelo, a alteração ou mesmo a elaboração de