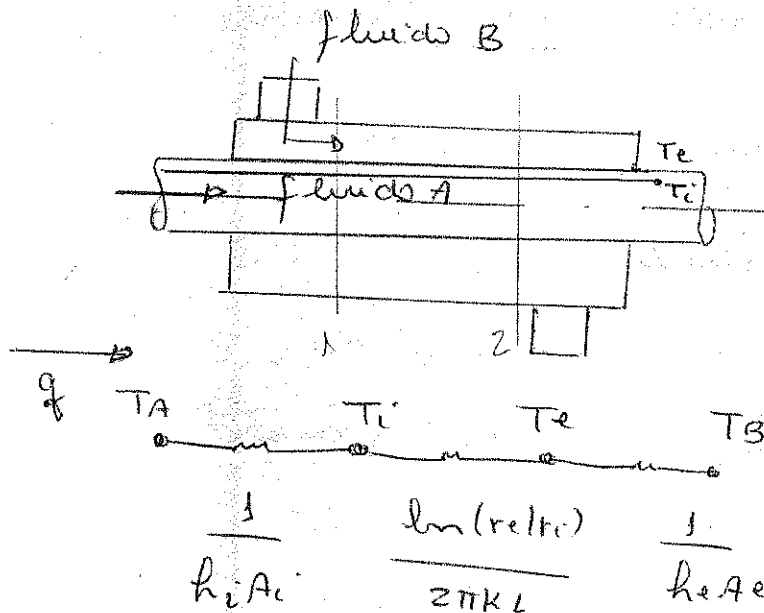


forma - Trocadores de Calor - F.T.II

(1)

Coefficiente global de Transfêrencia de calor



$$q = \frac{T_A - T_B}{\frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(r_e/r_i)}{2\pi K L} + \frac{1}{h_e A_e}}$$

$$q = \frac{\Delta T_{total}}{\sum R_i}$$

$$q = U_i A_i \Delta T_{total}$$

$$U_i = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{A_i \ln(r_e/r_i)}{2\pi K L} + \frac{A_i}{A_e} \frac{1}{h_e}}$$

ou

$$q = U_e A_e \Delta T_{total}$$

$$U_e = \frac{1}{\frac{A_e}{A_i} \frac{1}{h_i} + \frac{A_e \ln(r_e/r_i)}{2\pi K L} + \frac{1}{h_e}}$$

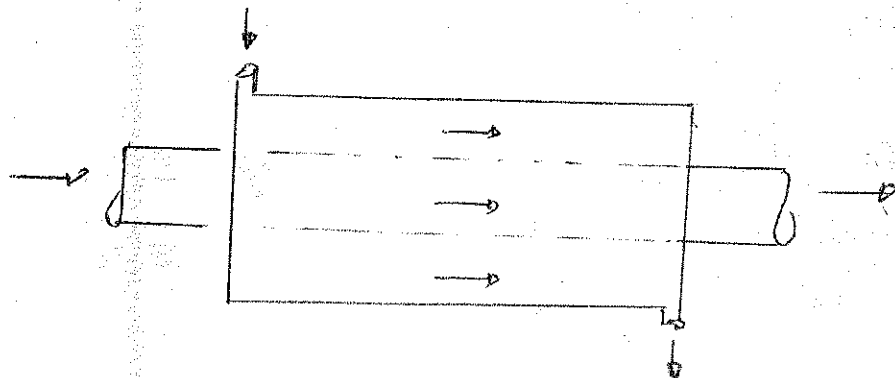
Tipos de Trocadores de calor

17

De acordo com a direção e o sentido dos dois fluidos, os trocadores podem ser divididos em:

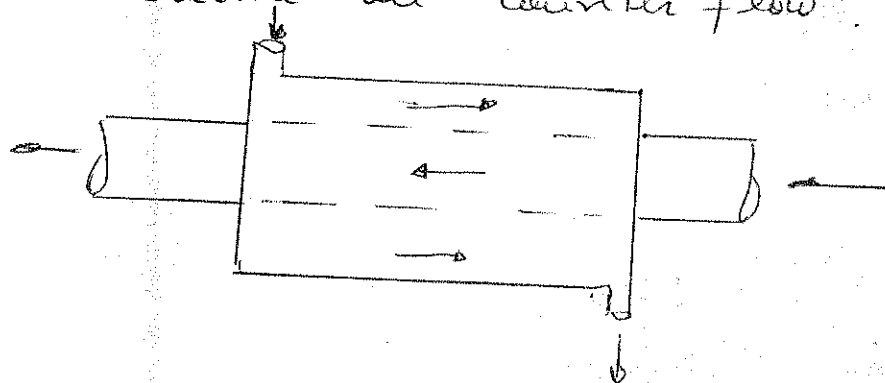
a) Recuperador de correntes paralelas

Quando os dois fluidos escoam na mesma direção e no mesmo sentido, o trocador é chamado de correntes paralelas ou "parallel flow".



b) Trocador de correntes opostas

Quando os dois fluidos escoam na mesma direção e em sentidos opostos, o trocador recebe a denominação de correntes opostas ou em contracorrente ou "counter flow".



c) Trocador de correntes cruzadas

3

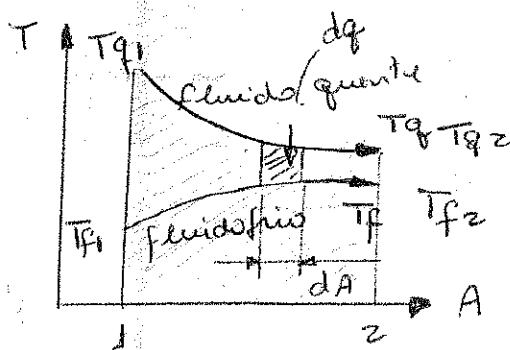
Se os dois fluidos escoam em direções ortogonais, o trocador se de correntes cruzadas ou "cross flow".

Tais trocadores podem ocorrer permitindo que um fluido passe nos tubos sem se misturar e o outro se misturando, como no aquecedor doméstico de água que utiliza gás, pode também se dar a situação em que os dois fluidos não se misturem. O gás se misturando porque pode mover-se livremente no trocador, o outro fluido é confinado em canais tubulares separados, não podendo misturar-se durante o processo de transferência de calor.

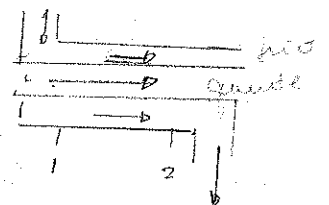
Mostrar transparência

A Diferença Média Logarítmica de Temperatura

Considere o trocador de calor de tubo duplo mostrado. Os fluidos podem escoar em contracorrente ou em correntes paralelas, os perfis de temperatura pl estes dois casos são:

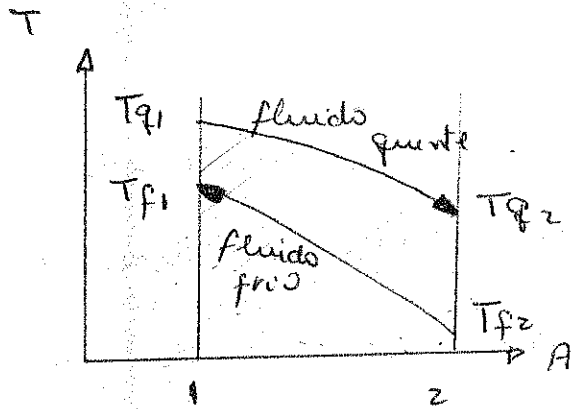


$$dq = U dA (T_q - T_f)$$

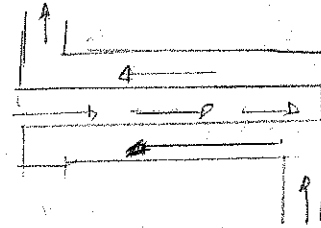


Trocador de correntes paralelas

(4)



Trocador de contracorrente



Pode Propôr-se calcular o calor transferido neste trocador de tubo duplo através de:

$$Q = U A \Delta T_m$$

U = coef. global de transf. de calor

A = área da superfície de troca de calor consistente com a definição de U

ΔT_m = diferença média de temperatura adequada, através do trocador de calor

Sabemos que p/ o fluido quente

$$Q = \dot{m}_q c_q (T_{q, \text{ent}} - T_{q, \text{sai}})$$

$$Q = \dot{m}_q c_q (T_{q1} - T_{q2})$$

e para o fluido frio

(1A)

$$Q = \dot{m}_f c_f (T_{f, \text{sai}} - T_{f, \text{entre}})$$

$$Q = \dot{m}_f c_f (T_{f2} - T_{f1})$$

Para o trocador de calor de correntes paralelas, o calor transferido através de um elemento de área dA pode ser escrito

$$dq = -\dot{m}_g c_g dT_g = \dot{m}_f c_f dT_f, \text{ onde } (1)$$

os índices g e f designam os fluidos quente e frio.

Também, podemos escrever:

$$dq = U (T_g - T_f) dA \quad (2) \quad \begin{array}{l} \dot{m} = \text{vazão mássica} \\ c = \text{calor específico} \end{array}$$

$$\text{De } (1) \quad dT_g = \frac{-dq}{\dot{m}_g c_g} \quad \text{e} \quad dT_f = \frac{dq}{\dot{m}_f c_f}$$

$$\text{Assim,} \quad dT_g - dT_f = -dq \left(\frac{1}{\dot{m}_g c_g} + \frac{1}{\dot{m}_f c_f} \right) \quad (3)$$

$d(T_g - T_f)$

Introduzindo z em 3, temos:

$$d(T_g - T_f) = -U (T_g - T_f) dA \left(\frac{1}{\dot{m}_g c_g} + \frac{1}{\dot{m}_f c_f} \right)$$

$$\frac{d(T_g - T_f)}{T_g - T_f} = -U \left(\frac{1}{\dot{m}_g c_g} + \frac{1}{\dot{m}_f c_f} \right) dA$$

Integrando entre 1 e 2, temos:

$$\ln \left(\frac{T_{g2} - T_{f2}}{T_{g1} - T_{f1}} \right) = -UA \left(\frac{1}{\dot{m}_g c_g} + \frac{1}{\dot{m}_f c_f} \right) \quad (4)$$

De 1A, temos que os produtos $m_f c_f$ e $m_g c_g$ (6)
podem ser expressos em termos do calor
total transferido q e das diferenças termi-
nais de temp. dos fluidos quente e frio.

$$m_g c_g = \frac{q}{T_{g1} - T_{g2}} \quad \text{e} \quad m_f c_f = \frac{q}{T_{f2} - T_{f1}}$$

Substituindo em (4) temos:

$$\ln \left(\frac{T_{g2} - T_{f2}}{T_{g1} - T_{f1}} \right) = -UA \left(\frac{T_{g1} - T_{g2}}{q} + \frac{T_{f2} - T_{f1}}{q} \right)$$

$$q = UA \frac{(T_{g2} - T_{f2}) - (T_{g1} - T_{f1})}{\ln [(T_{g2} - T_{f2}) / (T_{g1} - T_{f1})]}$$

Comparando essa equação com a

equação : $Q = UA \Delta T_m$, temos :

$$\Delta T_m = \frac{(T_{q2} - T_{f2}) - (T_{q1} - T_{f1})}{\ln[(T_{q2} - T_{f2}) / (T_{q1} - T_{f1})]}$$

Esta diferença de temperatura é chamada de diferença média logarítmica de temperatura (DMLT). Em palavras, é a diferença entre as diferenças de temperatura nas extremidades dividida pelo logaritmo natural da razão entre as duas diferenças de temperatura.

A DMLT obtida envolve duas hipóteses importantes:

- 1) Os calores específicos não variam com a temperatura.
- 2) Os coeficientes de transf. de calor por convecção são constantes ao longo de todo o trocador de calor.

Para um trocador de calor diferente do de tubo duplo, o calor transferido é calculado usando-se um fator de correção aplicado à DMLT para um arranjo em contra-corrente com as mesmas temperaturas dos fluidos quente e frio.

$$Q = U A F \Delta T_m$$