



OPERAÇÕES UNITÁRIAS II

Prof. Antonio Carlos da Silva

AULAS 09 E 10 - CÁLCULO DE TROCADORES DE CALOR

DIAGRAMAS

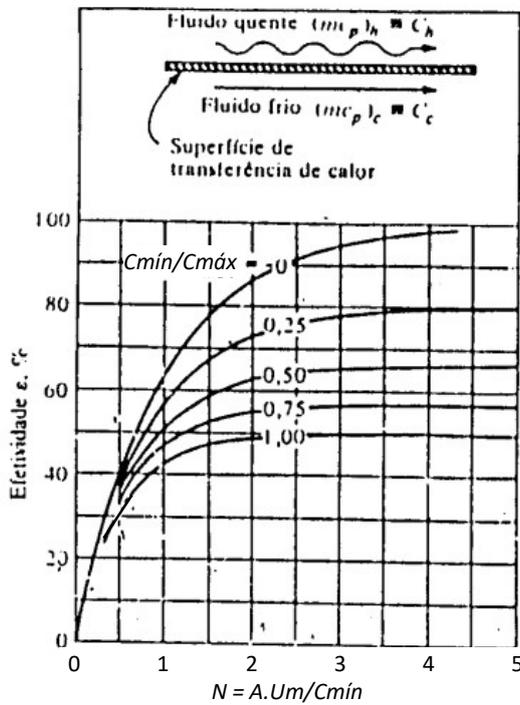


Fig. 11.17 Efetividade num trocador de calor com correntes paralelas. (De Kays e London [10].)

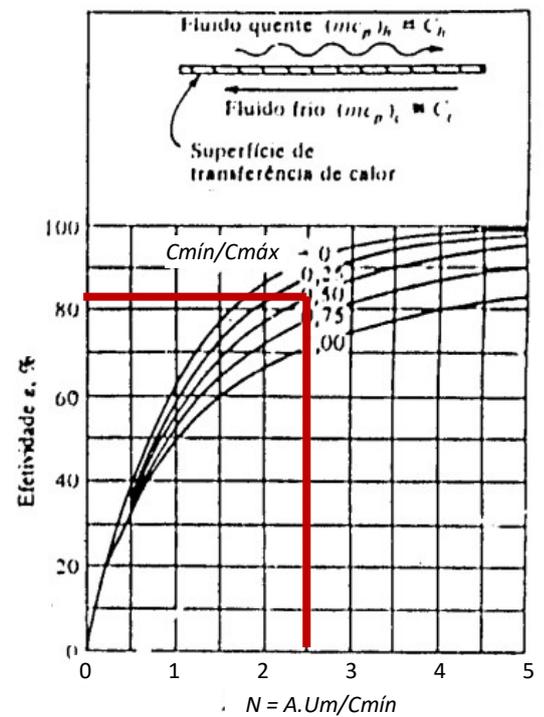


Fig. 11.18 Efetividade num trocador de calor em contracorrente. (De Kays e London [10].)

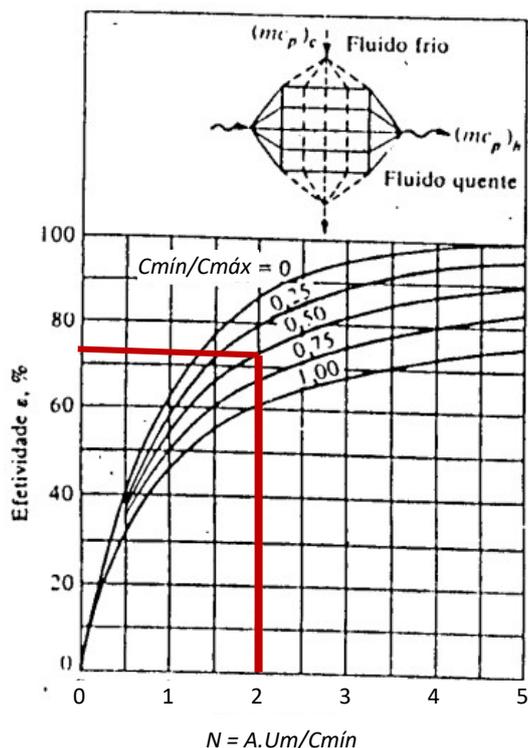


Fig. 11.19 Efetividade num trocador de calor, com correntes cruzadas, ambas não-misturadas. (De Kays e London [10].)

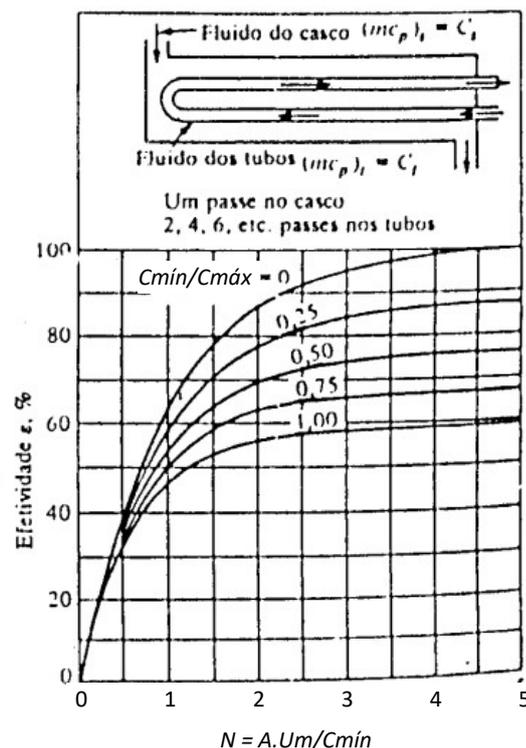


Fig. 11.20 Efetividade num trocador de um passe no casco e dois, quatro, seis, etc. passes nos tubos. (De Kays e London, [10].)

EXEMPLO

14) Um trocador de calor em contracorrente, com área de transferência de calor $A = 12,5 \text{ m}^2$, deve resfriar óleo ($C_p = 2000 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$) com água ($C_p = 4170 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$). O óleo entra a 100°C , com vazão $2,0 \text{ kg/s}$, enquanto a água entra a 20°C com vazão $0,48 \text{ kg/s}$. O coeficiente global de transferência de calor é $U = 400 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Calcule as temperaturas de saída dos dois fluidos e a carga térmica do trocador de calor.

Solução:

Neste problema as temperaturas de saída dos dois fluidos são desconhecidas. Para aplicar o método DTML é necessária uma solução iterativa (tentativas) mas o método ϵ -NUT permite uma solução direta.

| | |
|----------------|---------------|
| Óleo | Água |
| $C_p = 2000$ | $C_p = 4170$ |
| $T_{qe} = 100$ | $T_{fe} = 20$ |
| $m = 2$ | $m = 0,48$ |

$C = m \cdot C_p$

$C_h = m_h \cdot C_{ph} \rightarrow C_h = 2 \cdot 2000 = 4000 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \rightarrow C_{\text{max}}$

$C_c = m_c \cdot C_{pc} \rightarrow C_c = 0,48 \cdot 4170 = 2001,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \rightarrow C_{\text{min}}$

$C_r = C_{\text{min}}/C_{\text{max}} \rightarrow C_r = 2001,6/4000 \rightarrow C_r = 0,5$

$\text{NUT} = A \cdot U_m / C_{\text{min}} \rightarrow \text{NUT} = 12,5 \cdot 400 / 2001,6 \rightarrow \text{NUT} = 2,5$

No diagrama: $\epsilon = 0,82$

$$\epsilon = \frac{Ch.(Th_a - Th_b)}{C_{\min}.(Th_a - Tc_a)} \quad \epsilon = \frac{Cc.(Tc_b - Tc_a)}{C_{\min}.(Th_a - Tc_a)}$$

$$0,82 = (4000.(100 - Th_b))/(2001,6.(100 - 20)) \rightarrow Th_b = 67,17C$$

$$0,82 = (Tc_b - 20)/(100 - 20) \rightarrow Tc_b = 85,6 C$$

Carga térmica:

$$Q = Cc (Tc_b - Tc_a) \rightarrow Q = 2001,6.(85,6 - 20) \rightarrow Q = 131305 W$$

$$Q = Ch(Th_a - Th_b) \rightarrow Q = 4000.(100 - 67,17) \rightarrow Q = 131320 W$$

15) Um trocador de calor com correntes cruzadas com configuração de escoamento representado na figura 11.19, tendo uma área de troca de calor de $8,4 \text{ m}^2$, deve aquecer certa quantidade de ar ($C_p = 1005 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$) com água ($C_p = 4180 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$). O coeficiente global de transferência de calor é $U_m = 250 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Calcule as temperaturas de saída do ar e da água, e a carga térmica do trocador de calor. Considere as vazões de 2 kg/s de ar e $0,25 \text{ kg/s}$ de água, e as temperaturas de alimentação de 15°C para o ar e 90°C para a água.

| | |
|-----------------|-----------------|
| Ar | Água |
| $C_{pc} = 1005$ | $C_{ph} = 4180$ |
| $m = 2$ | $m = 0,25$ |
| $T_{ca} = 15$ | $T_{ha} = 90$ |

$$C = m.C_p$$

$$C_c = m_c.C_{pc} \rightarrow C_c = 2.1005 = 2010 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \rightarrow C_{\max}$$

$$C_h = m_h.C_{ph} \rightarrow C_h = 0,25.4180 = 1045 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \rightarrow C_{\min}$$

$$C_r = C_{\min}/C_{\max} \rightarrow C_r = 1045/2010 \rightarrow C_r = 0,52$$

$$NUT = U_m.A/C_{\min} \rightarrow NUT = 250.8,4/1045 \rightarrow NUT = 2$$

No diagrama: $\epsilon = 0,74$

$$\epsilon = \frac{Ch.(Th_a - Th_b)}{C_{\min}.(Th_a - Tc_a)} \quad \epsilon = \frac{Cc.(Tc_b - Tc_a)}{C_{\min}.(Th_a - Tc_a)}$$

$$0,74 = (90 - Th_b)/(90 - 15) \rightarrow Th_b = 34,5 C$$

$$0,74 = 2010.(Tc_b - 15)/1045.(90 - 15) \rightarrow Tc_b = 43,85 C$$

$$Q = Ch.(Th_a - Th_b) \rightarrow Q = 1045.(90 - 34,5) \rightarrow Q = 57997,5 W$$

$$Q = Cc.(Tc_b - Tc_a) \rightarrow Q = 2010.(43,85 - 15) \rightarrow Q = 57988,5 W$$