

Realização:

Ana Lagarto

Sílvia Araújo

Orientação:

Jaime Puna

Bráulio Baptista

Objectivo: Estudo da transferência térmica entre dois líquidos num permutador de calor de feixe tubular, determinando a eficiência do permutador e as perdas de calor para o exterior.

Introdução: O permutador de calor de feixe tubular (fig. 1) consiste num número fixo de tubos em paralelo, montados no interior de um corpo cilíndrico. O calor é transferido entre o fluido quente que circula no interior dos tubos em paralelo e o fluido frio que circula no exterior desses tubos. No presente trabalho, utilizou-se água, quer como fluido quente, quer como fluido frio. Aquando da transferência de calor do fluido quente para o fluido frio, o primeiro arrefece, cedendo calor ao segundo, o qual é aquecido. Para estudar em que condições de trabalho a permuta de calor é mais eficiente, calculam-se as perdas de calor (Q_p) para o exterior e a eficiência térmica do permutador (η) da seguinte forma:

$$\text{Contracorrente: } Q_p = Q_q - Q_f = Q_{v_q} \rho_q c_p (T_1 - T_2) - Q_{v_f} \rho_f c_p (T_4 - T_3)$$

$$\text{Cocorrente: } Q_p = Q_q - Q_f = Q_{v_q} \rho_q c_p (T_1 - T_2) - Q_{v_f} \rho_f c_p (T_3 - T_4)$$

$$\eta = (Q_f / Q_q) * 100$$

Estágio realizado em:
Julho de 2007

Parte experimental: O trabalho experimental consistiu na realização de vários ensaios, variando os caudais volumétricos dos dois fluidos (Q_v), para duas temperaturas distintas de entrada no permutador do fluido quente. Estudou-se ainda o efeito dos fluxos no permutador, para dois regimes: contracorrente (fig. 2) e cocorrente (fig.3), de modo a se poder determinar o calor emitido pelo fluido quente (Q_q) e o calor recebido pelo fluido frio (Q_f).

Resultados experimentais:

T (°C)	Fluxo	Qvq (l/min)	Qvf (l/min)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)
30	Contra-corrente	2,24	1,64	23,1	21,7	12,6	14,1
		2	1,4	23	21,5	12,7	14,3
		2	1	22,9	21,6	13	14,9
	Cocorrente	1	1	22,9	20,9	13	14,4
		2,24	1,64	22,4	21,1	14,6	12,8
		2	1,4	22,4	21,2	14,5	12,8
40	Contra-corrente	2	1	22,4	21,2	14,8	12,8
		2	1	22,5	20,7	14,5	12,7
		2,33	1,4	37,4	35	19,6	22,8
	Cocorrente	2	1	35,8	33,3	16,9	21
		2,31	1,44	34,5	32	19	15,3
		2	1	34,3	31,8	19,5	15,2

Tabela 1 – Tabela de resultados experimentais



Figura 1 – Permutador de calor de feixe tubular

Tratamento de resultados:

T (°C)	Fluxo	Qvq (l/min)	Qvf (l/min)	Qq (W)	Qf (W)	Qp (W)	η (%)
30	Contra-corrente	2,24	1,64	218	171,6	46,4	78,7
		2	1,4	208,6	156,2	52,3	74,9
		2	1	180,8	132,5	48,3	73,3
	Co-corrente	1	1	139	97,6	41,4	70,2
		2,24	1,64	202,5	205,8	-3,4	101,7
		2	1,4	166,9	165,9	0,92	99,5
40	Contra-corrente	2	1	166,9	139,4	27,4	83,6
		2	1	125,5	125,5	-0,4	100,3
		2,33	1,4	75,4	38,6	311,6	80,5
	Co-corrente	2	1	60,8	33,1	285,3	82,4
		2,31	1,44	28,9	400	371,1	92,8
		2	1	46,8	346,3	299,5	86,5

Tabela 2 – Tabela de resultados obtidos

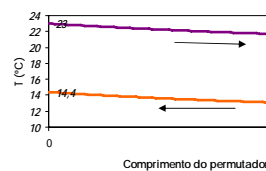
PERMUTADOR EM CONTRA-CORRENTE


Figura 2 – Fluxo em contracorrente

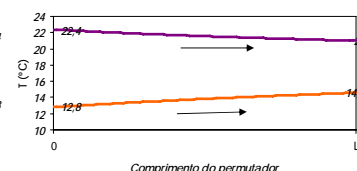
PERMUTADOR EM CO-CORRENTE


Figura 3 – Fluxo em cocorrente



Figura 4 – Controle do processo térmico por PC

Conclusões: Conclui-se que o permutador de calor é mais eficiente, com menos perdas de calor, para 40°C, no fluxo em cocorrente e com o caudal do fluido quente superior ao do fluido frio. No entanto, alguns resultados obtidos em cocorrente, não têm significado, porque se formaram bolhas de ar no fluido frio.

Agradecimentos: Ciência Viva; ISEL – Centro Estudos Eng. Química; Prof. Jaime Puna e Bráulio Baptista.

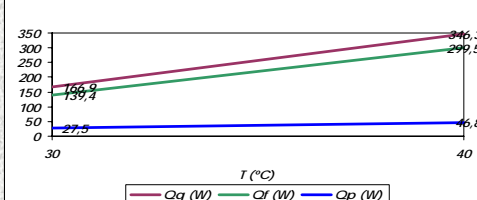
RESULTADOS EM CO-CORRENTE


Figura 5 – Cálculo dos calores dos fluidos e das perdas térmicas em cocorrente.

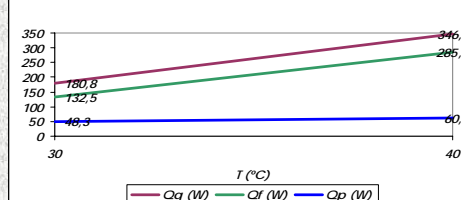
RESULTADOS EM CONTRA-CORRENTE


Figura 6 – Cálculo dos calores dos fluidos e das perdas térmicas em contracorrente.

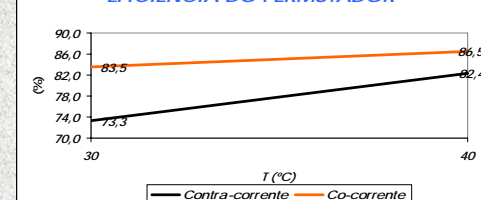
EFICIÊNCIA DO PERMUTADOR


Figura 7 – Eficiência do permutador.