

COMPITO DI IMPIANTI - CLASSE QUARTA

Un liquido organico avente la portata $P_1 = 5000$ litri/h deve essere raffreddato in un sistema di scambiatori Hairpin con acqua industriale, dalla $t_{CIN} = 180^\circ\text{C}$ a $t_{CUS} = 80^\circ\text{C}$. La temperatura dell'acqua in ingresso e uscita è: $t_{FIN} = 20^\circ\text{C}$ a $t_{FUS} = 50^\circ\text{C}$.

Il peso specifico del liquido organico è: $\gamma = 1,2 \text{ Kg/dm}^3$.

I calori specifici dei due liquidi: $cp_1 = 0,6 \text{ Kcal / kg} \cdot ^\circ\text{C}$ e $cp_{2\text{acqua}} = 0,4 \text{ Kcal / kg} \cdot ^\circ\text{C}$.

Il diametro esterno del tubo interno è di 5 cm, mentre lo spessore è di 1 cm.

La lunghezza di un singolo hairpin è di 2 m.

I coefficienti convettivi interno e esterno sono: $h_i = 1600$ e $h_e = 2000 \text{ Kcal / m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$.

I fattori di sporcamento sono: $Re = 15 \cdot 10^{-5}$ e $Ri = 8 \cdot 10^{-5}$.

Calcolare:

1. la portata di acqua industriale M_2 in Kg/h;
2. il calore trasferito dal fluido caldo al fluido freddo ;
3. il numero di hairpin nel caso di equi e controcorrente, si consideri come coefficiente di trasferimento globale l' U_d . (per la superficie del singolo hairpin si fa riferimento al d_e).
4. Quale dei due impianti è più conveniente?.

$$M_1 = P_1 * \gamma = 5000 * 1,2 = 6000 \text{ Kg/h}$$

$$\text{Dal bilancio: } M_1 * cp_1 * (180 - 80) = M_2 * cp_2 * (50 - 20)$$

$$\text{si calcola } M_2. \quad 6000 * 0,6 * 100$$

$$M_2 = \frac{6000 * 0,6 * 100}{0,4 * 30} = 30 * 10^3 \text{ Kg/h di acqua}$$

$$\text{Calcolo del calore trasferito: } Q = M_1 * cp_1 * (180 - 80) = 360 * 10^3 \text{ Kcal/h}$$

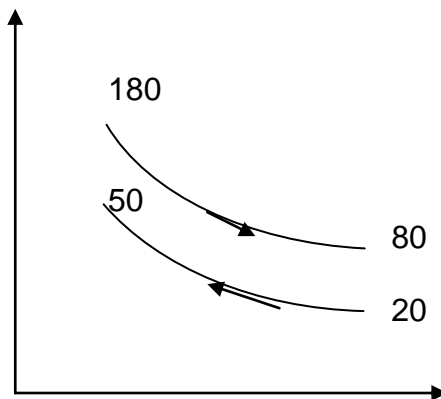
Ma Q è anche uguale a $Ud * A * \Delta t_{ml}$

$$\text{L'inverso del coefficiente di trasferimento globale considerando lo sporcamento è: } \frac{1}{U} = \frac{d_e}{h_i * d_i} + \frac{1}{h_e} = \frac{0,05}{1600 * 0,3} + \frac{1}{2000}$$

$$\frac{1}{Ud} = 1,54 * 10^{-3} + 15 * 10^{-5} + 8 * 10^{-5} = 177 * 10^{-5}$$

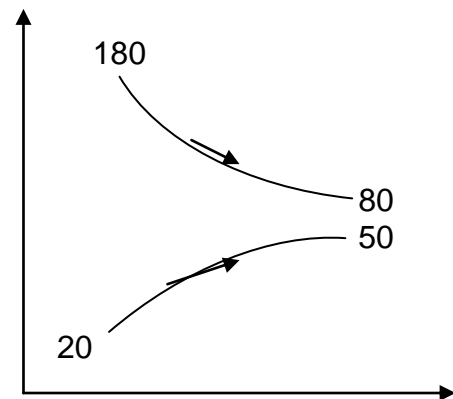
$$\text{da cui } Ud = 565 \text{ Kcal / h * m}^2 * \text{ }^\circ\text{C}$$

In controcorrente



$$\Delta t_{ml_c} = \frac{130 - 60}{\ln \frac{130}{60}} = 90,9$$

in equicorrente



$$\Delta t_{ml_{eq}} = \frac{160 - 30}{\ln \frac{160}{30}} = 77,8$$

Pertanto: $A_c = 7 \text{ m}^2$ mentre $A_{eq} = 8,2 \text{ m}^2$

La superficie di un singolo hairpin è: $S = 2\pi (d_e / 2) * L = 0,31 \text{ m}^2$

Il numero di hairpin in controcorrente è $7 / 0,31 = 22$
mentre in equicorrente è: $8,2 / 0,31 = 26$

L'impianto in controcorrente, necessita un numero di tubi inferiore per cui è più conveniente di quello in equicorrente.