

Esercizio (scambiatori di calore)

Dopo un lungo periodo di servizio, uno scambiatore di calore in controcorrente per il raffreddamento di olio viene provato per vedere se le sue prestazioni si sono deteriorate a causa di depositi e incrostazioni.

Nella prova, olio SAE 50, con calore specifico $c_{pc} = 2330 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, fluente con portata $\dot{M}_c = 2 \text{ kg/s}$, viene raffreddato dalla temperatura $T_{c2} = 420 \text{ K}$ alla temperatura $T_{c1} = 380 \text{ K}$.

Il refrigerante è acqua, fluente con portata $\dot{M}_f = 1 \text{ kg/s}$, e temperatura d'ingresso $T_{f1} = 300 \text{ K}$.

La superficie di scambio è $S = 3,33 \text{ m}^2$ ed il coefficiente di scambio termico globale di progetto è $U = 930 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Calcolare di quanto si è ridotto il coefficiente di scambio termico globale U a causa di depositi e incrostazioni.

**Soluzione**

Un semplice bilancio energetico per l'olio permette di trovare la potenza termica scambiata:

$$\dot{Q} = \dot{M}_c c_{pc} (T_{c2} - T_{c1}) \approx 2 \cdot 2330 (420 - 380) \approx 186400 \text{ [W]} \quad (1)$$

Da qui si può trovare la temperatura di uscita dell'acqua, noto il suo calore specifico. Ipotizzando una temperatura di uscita di circa $T_{f2} = 320 \text{ K}$ da tabelle si trova un calore specifico $c_{pf} = 4174 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, da cui:

$$\dot{Q} = \dot{M}_f c_{pf} (T_{f2} - T_{f1}) \text{ [W]} \quad (2)$$

$$T_{f2} = T_{f1} + \frac{\dot{Q}}{\dot{M}_f c_{pf}} \approx 300 + \frac{186400}{1 \cdot 4174} \approx 344,7 \text{ [K]} \quad (3)$$

e l'ipotesi su T_{f2} è accettabile per la stima di c_{pf} .

La differenza di temperatura media logaritmica è:

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln(\Delta T_2 / \Delta T_1)} \approx \frac{(420 - 344,7) - (380 - 300)}{\ln[(420 - 344,7) / (380 - 300)]} \approx \frac{75,3 - 80}{\ln[75,3 / 80]} \approx 77,6 \text{ [K]} \quad (4)$$

Il coefficiente di scambio termico globale si può ora trovare dalla relazione:

$$\dot{Q} = US\Delta T_{ml} \text{ [W]} \quad (5)$$

Da cui:

$$U = \frac{\dot{Q}}{S\Delta T_{ml}} \approx \frac{186400}{3,33 \cdot 77,6} \approx 721 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right] \quad (6)$$

La riduzione percentuale di U dovuta a depositi ed incrostazioni è:

$$\frac{930 - 721}{930} \approx 22,5 \% \quad (7)$$