

ESEMPIO 24.2 L'effetto dello sporcamento sul coefficiente globale di scambio termico

Il tubo interno di uno scambiatore di calore a doppio tubo (tubo e mantello) è di acciaio inossidabile [$\lambda = 15,1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$] e ha diametro interno $D_i = 1,5 \text{ cm}$ e diametro esterno $D_e = 1,9 \text{ cm}$. Il tubo esterno è dello stesso materiale, ma ha un diametro di $3,2 \text{ cm}$. Il coefficiente di convezione è di $h_i = 800 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ sulla superficie interna e di $h_e = 1200 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ su quella esterna. Nell'ipotesi di fattori di sporcamento lato tubo e lato mantello rispettivamente di $R_{d,i} = 0,0004 \text{ (m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ e di $R_{d,e} = 0,0001 \text{ (m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$, si determinino: (a) la resistenza termica dello scambiatore per unità di lunghezza e (b) i coefficienti globali di scambio termico U_i e U_e con riferimento rispettivamente alla superficie interna e a quella esterna del tubo.

ESEMPIO 24.3 La condensazione del vapore in un condensatore

Il vapore passante nel condensatore di un impianto per la produzione di energia deve essere fatto condensare ad una temperatura di $30 \text{ }^\circ\text{C}$ adottando l'acqua di raffreddamento proveniente da un lago, che entra nei tubi del condensatore a $14 \text{ }^\circ\text{C}$ ed esce a $22 \text{ }^\circ\text{C}$. La superficie di scambio termico complessiva dei tubi è di 45 m^2 , e il coefficiente globale di scambio termico è pari a $2100 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Si determinino la portata in massa dell'acqua di raffreddamento e la portata massica di vapore condensato nel condensatore.

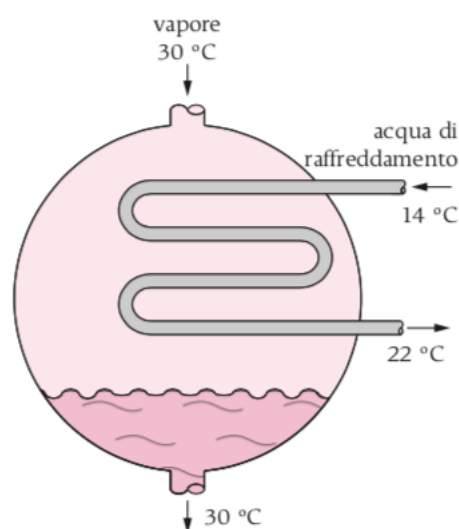


FIGURA 24.19
Schema per l'Esempio 24.3.

ESEMPIO 24.4 Il riscaldamento dell' acqua in uno scambiatore di calore in controcorrente

Uno scambiatore di calore in controcorrente a doppio tubo viene adoperato per riscaldare una portata di 1.2 kg/s di acqua dalla temperatura di 20 °C a 80 °C. Per realizzare tale riscaldamento si utilizza l'energia termica dell'acqua calda proveniente dal sottosuolo disponibile a 160 °C e prelevata con una portata di 2 kg/s. Il tubo interno è di spessore trascurabile ed ha un diametro di 1,5 cm. Se il coefficiente di scambio termico globale dello scambiatore è di 640 W/(m² · K), si determini la lunghezza dello scambiatore di calore necessaria per riscaldare l'acqua a 80 °C. Per il calore specifico dell'acqua proveniente dal sottosuolo e dell'acqua da riscaldare si assumano rispettivamente i valori di 4,31 kJ/(kg · K) e di 4,18 kJ/(kg · K).

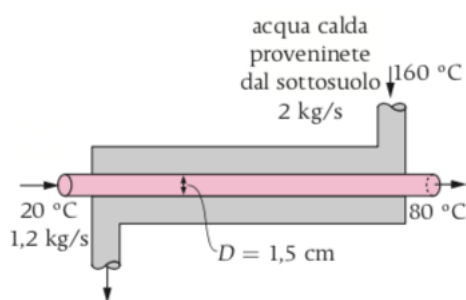


FIGURA 24.20
Schema per l'Esempio 24.4.

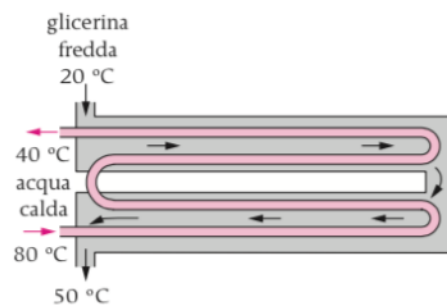


FIGURA 24.21
Schema per l'Esempio 24.5.

ESEMPIO 24.5 Il riscaldamento della glicerina in uno scambiatore di calore a più passaggi

Uno scambiatore di calore con 2 passaggi nel mantello e 4 passaggi nei tubi viene utilizzato per riscaldare glicerina da 20 °C a 50 °C con acqua calda che, attraversando i tubi (spessore trascurabile e diametro di 2 cm), passa da una temperatura di 80 °C a una di 40 °C (Figura 24.21). La lunghezza complessiva dei tubi nello scambiatore è di 60 m. Il coefficiente convettivo di scambio termico è di 25 W/(m² · K) dal lato glicerina (mantello) e di 160 W/(m² · K) dal lato acqua (tubi). Determinare le potenze termiche scambiate (a) prima che intervenga qualsiasi sporco sulle superfici di scambio e (b) dopo che le superfici hanno subito sporco con $R_d = 0,0006$ (m² · K)/W sulla superficie esterna del tubo.

ESEMPIO 24.7 Il limite superiore per lo scambio termico in uno scambiatore di calore

Una portata di acqua fredda di 8 kg/s entra in uno scambiatore di calore controcorrente a 10 °C e viene qui riscaldata da una corrente di 2 kg/s di acqua calda che entra nello scambiatore a 70 °C. Nell'ipotesi di calore specifico dell'acqua costante, $c_p = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, si determinino la massima potenza termica scambiabile per questo scambiatore e le temperature di uscita dei due fluidi in questo caso limite.

ESEMPIO 24.8 L'applicazione del metodo ε -NTU

Si ripetano i calcoli dell'Esempio 24.4 con il metodo ε -NTU invece che con il metodo della differenza media logaritmica.

ESEMPIO 24.9 Il raffreddamento di olio caldo mediante acqua in uno scambiatore di calore a più passaggi

Bisogna raffreddare con acqua una certa quantità di olio caldo in uno scambiatore di calore a 1 passaggio lato mantello e 8 passaggi lato tubi. I tubi sono di spessore sottile, in rame e hanno un diametro interno di 1,4 cm. La lunghezza di ogni passaggio di tubo è di 5 m, il coefficiente globale di scambio termico è di $310 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. La portata dell'acqua nei tubi è di 0,2 kg/s, mentre quella dell'olio è di 0,3 kg/s. L'acqua e l'olio entrano rispettivamente alle temperature

di 20 °C e di 150 °C. Determinare la potenza termica scambiata nello scambiatore di calore e le temperature di uscita dell'acqua e dell'olio.

TABELLA 24.1 Valori rappresentativi del coefficiente globale di scambio di alcune tipologie di scambiatore di calore

Tipologia di scambiatore di calore	$U, W/(m^2 \cdot K)$
Acqua-acqua	850-1700
Acqua-olio	100-350
Acqua-gasolio o kerosene	300-1000
Scambiatori rigenerativi	1000-8500
Vapore d'acqua-olio combustibile leggero	200-400
Vapore d'acqua-olio combustibile pesante	50-200
Vapore d'acqua condensante-acqua	1000-6000
Condensatore di freon (raffreddato ad acqua)	300-1000
Condensatore di ammoniaca (raffreddato ad acqua)	800-1400
Condensatore di alcol (raffreddato ad acqua)	250-700
Gas-gas	10-40
Acqua-aria in tubi alettati (acqua nei tubi scambio)	30-60*
	400-850*
Vapore-aria in tubi alettati (vapore nei tubi scambio)	30-300*
	400-4000**

* Calcolato sulla superficie lato aria.

** Calcolato sulla superficie lato acqua o vapore.