

Esercizio 1

Un compressore aspira una portata volumetrica $\dot{V}_1 = 150 \frac{m^3}{h}$ di aria supposta ideale alla pressione $p_1 = 1 \text{ bar}$ e alla temperatura $t_1 = 20^\circ C$ e la comprime fino alla pressione $p_2 = 30 \text{ bar}$.
Supponendo le trasformazioni reversibili calcolare:

1. la potenza di compressione adiabatica e la relativa temperatura di fine compressione.
2. la potenza di compressione isoterma.
3. La potenza termica scambiata nella compressione isoterma.

Si consideri $R = 0,2870 \frac{kJ}{kg \text{ K}}$ $c_p = 1,006 \frac{kJ}{kg \text{ K}}$, $k = 1,400$.

Esercizio 2.

All'interno di una tubazione da 1'' in acciaio scorre acqua alla temperatura di $80^\circ C$, mentre all'esterno vi è aria calma alla temperatura di $20^\circ C$.

1. Calcolare la dispersione termica per metro di lunghezza
2. Calcolare la trasmittanza riferita all'area di scambio termico esterna.

Si consideri $D_e = 33,7 \text{ mm}$ $D_i = 27,9 \text{ mm}$ $h_i = 6323 \frac{W}{m^2 K}$, $h_e = 7,19 \frac{W}{m^2 K}$ $k = 45 \frac{W}{mK}$

Teoria

1. Ricavare l'espressione dell'entalpia dell'aria umida
2. Disegnare qualitativamente sui piani termodinamici T-s e p-h un ciclo inverso a vapore e ricavare il coefficiente di effetto utile per un ciclo frigorifero e per una pompa di calore.
3. Ricavare l'espressione dell'andamento di temperatura in un filo cilindrico molto lungo la cui temperatura superficiale è costante e all'interno vi è una generazione uniforme di calore. (Conviene utilizzare l'equazione di Fourier in coordinate cilindriche

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \dot{q}_g = 0$$

Soluzione

Esercizio 1

1)

$$l_{1-2} = \frac{k}{k-1} p_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$$

$$P = \dot{m} l_{1-2}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}_1}{v_1}$$

$$P = \frac{\dot{V}_1}{v_1} \frac{k}{k-1} p_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] = \dot{V}_1 \frac{k}{k-1} p_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$$

$$P = \frac{150}{3600} \frac{1,4}{1,4-1} 110^5 \left[1 - \left(\frac{30}{1} \right)^{\frac{0,4}{1,4}} \right] = -23960 \text{ W} = -23,96 \text{ kW}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 293,15 \left(\frac{30}{1} \right)^{\frac{0,4}{1,4}} = 774,7 \text{ K} = 501,5^\circ \text{C}$$

2)

$$P = \dot{m} p v_1 \ln \frac{p_1}{p_2} = - \frac{\dot{V}}{v_1} p v_1 \ln \frac{p_2}{p_1} = - \frac{150}{3600} 110^5 \ln \frac{30}{1} = -14170 \text{ W} = -14,17 \text{ kW}$$

3)

Per il primo principio la potenza termica scambiata è uguale alla potenza tecnica (o a quella di volume)

$$\dot{Q} = -14,17 \text{ kW}$$

Esercizio 2

1)

$$\frac{q}{L} = \frac{T_{\infty i} - T_{\infty e}}{\frac{1}{\pi D_i h_i} + \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2\pi k} + \frac{1}{\pi D_e h_e}} = \frac{80 - 20}{\frac{1}{\pi \cdot 27,9 \cdot 10^{-3} \cdot 6323} + \frac{\ln \frac{33,7}{27,9}}{2 \cdot \pi \cdot 45} + \frac{1}{\pi \cdot 33,7 \cdot 10^{-3} \cdot 7,19}} = 45,59 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

2)

$$R_t = \frac{1}{\pi D_i L h_i} + \frac{\ln \frac{D_e}{D_i}}{2\pi k L} + \frac{1}{\pi D_e L h_e} = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{\pi \cdot 27,9 \cdot 10^{-3} \cdot 6323} + \frac{\ln \frac{33,7}{27,9}}{2 \cdot \pi \cdot 45} + \frac{1}{\pi \cdot 33,7 \cdot 10^{-3} \cdot 7,19} \right) = \frac{1,316}{L} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$U = \frac{1}{AR_t} = \frac{1}{\pi D_e L R_t} = \frac{1}{\pi \cdot 33,7 \cdot 10^{-3} L \cdot \frac{1,316}{L}} = 7,18 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$