

Esercizio 1

Una portata $\dot{V} = 40 \frac{m^3}{h}$ d'aria è compressa secondo una trasformazione politropica con $n = 1,26$ dalla pressione $p_1 = 1 \text{ bar}$ e temperatura $t_1 = 15^\circ C$ fino alla pressione $p_2 = 10 \text{ bar}$. La potenza termica scambiata durante il processo è $\dot{Q} = -0,917 \text{ kW}$. Determinare la potenza di compressione richiesta.

Si consideri: $c_p = 1,011 \frac{kJ}{kg \text{ K}}$, $\mu_a = 28,97 \frac{kg}{kmole}$

Esercizio 2.

Uno scambiatore a tubi concentrici in controcorrente è utilizzato per raffreddare una portata d'acqua $\dot{m}_c = 0,1 \frac{kg}{s}$ dalla temperatura $t_{ci} = 90^\circ C$ alla temperatura $t_{cu} = 70^\circ C$. Come fluido secondario si utilizza una

portata d'acqua $\dot{m}_f = 0,2 \frac{kg}{s}$ che entra con una temperatura $t_{fi} = 15^\circ C$. Il fluido secondario passa attraverso

il tubo più piccolo di diametro interno $D_i = 25 \text{ mm}$. Calcolare la lunghezza dello scambiatore

Si consideri:

- trascurabile la resistenza termica conduttiva della tubazione interna e il suo spessore
- noti i coefficienti convettivi lato interno ed esterno del tubo più piccolo e pari a $h_i = 2250 \frac{W}{m^2 K}$, $h_e = 1000 \frac{W}{m^2 K}$
- Il calore specifico dell'acqua costante e pari a $c_p = 4,2 \frac{kJ}{kg \text{ K}}$

Teoria

1. Ricavare l'espressione della pressione intermedia ottimale di una compressione a due stadi.
2. Esprimere la definizione di umidità specifica e ricavarne l'espressione in funzione dell'umidità relativa.
3. Dimostrare che in condizioni stazionarie in una parete piana di superficie infinita e spessore L l'andamento della temperatura è una funzione lineare.

Soluzione

1)

$$\dot{m} = \dot{V} \rho_1$$

$$\rho_1 = \frac{p_1}{RT_1} = \frac{1 \cdot 10^5}{287 \cdot 288,15} = 1,21 \frac{kg}{m^3}$$

$$\dot{m} = \frac{40 \cdot 1,21}{3600} = 0,013 \frac{kg}{s}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} = 463,41 \text{ K} = 190,26^\circ C$$

$$\dot{m}(h_2 - h_1) = \dot{Q} - P$$

$$P = \dot{Q} - \dot{m}c_p(t_2 - t_1) = -3,22 \text{ kW}$$

2)

$$q = \dot{m}_c c_c (t_{ci} - t_{cu}) = 8,40 \text{ kW}$$

$$t_{fu} = \frac{q}{\dot{m}_f c_f} + t_{fi} = 25^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_1 = t_{ci} - t_{fu} = 65^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_2 = t_{cu} - t_{fi} = 55^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_{ml} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = 59,9^\circ \text{C}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}} = 692,3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

$$L = \frac{q}{U \pi D_i \Delta t_{ml}} = 2,61 \text{ m}$$