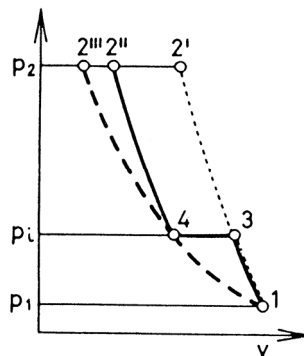


Esercizio 1

Un compressore aspira una portata volumetrica di aria $\dot{V}_1 = 150 \frac{m^3}{h}$, considerata un gas ideale, alla pressione $p_1 = 1,00 \text{ bar}$ e alla temperatura $t_1 = 20,0^\circ C$ e la comprime fino alla pressione $p_2 = 30,0 \text{ bar}$. Calcolare:

1. La potenza teorica di compressione supponendo la trasformazione isoterma reversibile.
2. La potenza teorica di compressione supponendo la trasformazione isoentropica.
3. La potenza teorica di compressione supponendo che la trasformazione isoentropica avvenga in due stadi con pressione intermedia $p_i = 5,48 \text{ bar}$ ed inter-refrigerazione fino a $t_4 = 20,0^\circ C$.
4. La potenza termica scambiata nelle tre trasformazioni.



Note: Considerare $c_p = 1,005 \frac{kJ}{kg \cdot K}$ $R = 287,0 \frac{J}{kg \cdot K}$ $k = 1,40$.

Esercizio 2.

Con uno scambiatore in controcorrente, costituito da due tubi coassiali, si vuole raffreddare una portata $\dot{m}_c = 0,17 \frac{kg}{s}$ di olio di calore specifico $c_c = 2,1 \frac{kJ}{kg \cdot K}$. L'olio è inizialmente alla temperatura $t_{c,i} = 120^\circ C$ ed è raffreddato fino alla temperatura $t_{c,u} = 40^\circ C$. Come refrigerante si utilizza acqua allo stato liquido con una temperatura di ingresso $t_{f,i} = 18^\circ C$ e una temperatura di uscita $t_{f,u} = 55^\circ C$ ($c_f = 4,186 \frac{kJ}{kg \cdot K}$). Calcolare:

1. La portata in massa di acqua necessaria.
2. La superficie di scambio, essendo la trasmittanza uguale a $U = 93 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Teoria

1. Disegnare qualitativamente sui piani $T-s$ e $h-s$ il ciclo di Rankine e ricavare la formula del rendimento.
2. Ricavare la formula dell'entalpia di una miscela di aria umida.
3. Dimostrare che in condizioni stazionarie l'andamento della temperatura in una parete piana di superficie infinita e spessore L è una funzione lineare.

Soluzione

Esercizio 1

1)

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

$$v_1 = \frac{RT_1}{p_1} = \frac{287,0 * 293,15}{1 * 10^5} = 0,841 \frac{m^3}{kg}$$

$$\dot{m} = \frac{150}{0,841 * 3600} = 4,95 * 10^{-2} \frac{kg}{s}$$

$$P_{isoter} = -\dot{m}RT_1 \ln \frac{p_2}{p_1} = -4,95 * 10^{-2} * 287,0 * 293 * \ln \frac{30}{1} = -14200 W = -14,2 kW$$

2)

$$P_{isoentr} = \dot{m} \frac{k}{k-1} RT_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] = 4,95 * 10^{-2} * \frac{1,40}{0,40} 287,0 * 293,15 \left(1 - 30^{\frac{1,4-1}{1,4}} \right) = -23900 W = -23,9 kW$$

3)

$$P_{2stadi} = P_{13} + P_{42} = \dot{m} \frac{k}{k-1} RT_1 \left\{ \left[1 - \left(\frac{p_i}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] + \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_i} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \right\} = -18200 W = -18,2 kW$$

4)

$$\dot{Q}_{isoterm} = P_{isoterm} = -14,2 kW$$

$$\dot{Q}_{isoentr} = 0$$

$$\dot{Q}_{34} = \dot{m} c_p (t_4 - t_3)$$

$$t_4 = 20,0^\circ C$$

$$T_3 = T_1 \left(\frac{p_i}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 293 * \left(\frac{5,48}{1} \right)^{\frac{1,40-1}{1,40}} = 476 K = 203^\circ C$$

$$\dot{Q}_{34} = 4,95 * 10^{-2} * 1,005 * (20 - 203) = -9,10 kW$$

Esercizio 2

1)

$$\dot{m}_c c_c (t_{c,i} - t_{c,u}) = \dot{m}_f c_f (t_{f,u} - t_{f,i})$$

$$\dot{m}_f = \dot{m}_c \frac{c_c (t_{c,i} - t_{c,u})}{c_f (t_{f,u} - t_{f,i})} = 0,17 \frac{2,1 * (120 - 40)}{4,186 * (55 - 18)} = 0,18 \frac{kg}{s}$$

2)

$$\Delta t_1 = t_{c,i} - t_{f,u} = 120 - 55 = 65^\circ C \quad \Delta t_2 = t_{c,u} - t_{f,i} = 40 - 18 = 22^\circ C$$

$$\Delta t_{ml} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{65 - 22}{\ln \frac{65}{22}} = 40^\circ C$$

$$q = \dot{m}_c c_c (t_{c,i} - t_{c,u}) = 0,17 * 2,1 * (120 - 40) = 29 kW$$

$$A = \frac{q}{U \Delta t_{ml}} = \frac{28,6 * 10^3}{93 * 39,7} = 7,8 m^2$$