

Prova scritta di Fisica Tecnica Ambientale – 31.01.2006
(Ing. Civile, Edile, Ambientale)

Esercizio 1

Si consideri un ciclo inverso a pompa di calore a compressione di vapori funzionante con fluido R134a. La temperatura di evaporazione sia t_e mentre quella di condensazione sia t_c . All'uscita del condensatore si abbia liquido saturo, all'aspirazione del compressore vapore saturo secco, il rendimento isoentropico del compressore sia η_{iu} ed il flusso termico fornito dal condensatore sia pari a \dot{Q}_{34} . In queste condizioni si determini:

- il tracciamento del ciclo in un diagramma $T-s$
- l'entalpia h_3 e la temperatura T_3 alla fine della compressione
- il coefficiente di effetto utile ε_{pc} ;
- la portata di fluido frigorifero \dot{m} ;
- il flusso termico asportato dall'evaporatore \dot{Q}_{12}
- la potenza meccanica spesa L_{23}
- la portata volumetrica all'aspirazione del compressore \dot{V}_2
- il coefficiente di effetto utile $(\varepsilon_{pc})_{id}$ di una macchina reversibile operante tra le temperature massima T_3 e minima T_2 .

Tema	t_e	t_c	η_{iu}	\dot{Q}_{34}
	°C	°C	%	kW
A	0	50	70	10
B	5	60	75	12

Esercizio 2

Per evitare il congelamento dei tubi in inverno è opportuno mantenere sempre una minima portata d'acqua. Si consideri un tubo di lunghezza L e diametro d ; la superficie interna sia a temperatura costante $t_s = 0$ °C . l'acqua fluisce nel tubo con velocità media \bar{u} entrando alla temperatura t_e e, per evitare il congelamento, la temperatura di uscita debba essere almeno pari a t_u . Si chiede:

- la portata d'acqua \dot{m} ;
- il flusso termico ceduto dall'acqua q ;
- il salto termico medio Δt_{ml} tra l'acqua e la superficie del tubo;
- la massima lunghezza L di tubo ammessa;
- si giustifichi l'utilizzo della correlazione per il calcolo dello scambio termico.

Tema	t_e	t_u	d	\bar{u}
	°C	°C	mm	cm/s
A	5	1	14	1
B	6	1	12	1.5

Il salto termico medio tra acqua e tubo può essere calcolato come

$$\Delta t_{ml} = \frac{t_e - t_u}{\ln\left(\frac{t_e - t_s}{t_u - t_s}\right)}$$

per il calcolo dello scambio termico tra tubo ed acqua, trascurando la variazione della viscosità con la temperatura, si utilizzi la seguente correlazione:

$$\overline{Nu}_D = 1,86 \left(\frac{Re_D Pr}{L/D} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_s} \right)^{0,14},$$

proprietà termofisiche dell'acqua: $c_l = 4187$ (J/kg K) , $\lambda = 0,575$ W/(m K), $\mu = 1,61 \cdot 10^{-3}$ kg/(m s), $\rho = 1000$ kg/m³

suggerimento: sostituire la correlazione nella formula per il calcolo dello scambio termico convettivo.

Esercizio 1

$$h_3 = h_2 + (h_3' - h_2) / \eta_c = 443 \text{ kJ/kg}$$

$$\varepsilon_{pv} = (h_3 - h_4) / (h_3 - h_2) = 1,73$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_{34}}{h_3 - h_4} = 0,0584 \text{ kg/s}$$

$$\dot{Q}_{12} = \dot{m} (h_2 - h_1) = 7,4 \text{ kW}$$

$$\dot{L}_{23} = \dot{Q}_{34} - \dot{Q}_{12} = 2,6 \text{ kW}$$

$$\dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,004 \text{ kg/s}$$

$$(\varepsilon_{pc})_{id} = \frac{T_3}{T_3 - T_2} = 5,12$$

Esercizio 2

$$\dot{m} = \bar{u} \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \rho = 0,00154 \text{ kg/s}$$

$$q = \dot{m} c_l (t_e - t_u) = 25,78 \text{ W}$$

$$\Delta t_{ml} = 2,485 \text{ K}$$

$$\text{Re} = \frac{d \bar{u} \rho}{\mu} = 86,96$$

$$\text{Pr} = \frac{c_l \mu}{\lambda} = 11,72$$

$$L = \left(\frac{q}{1,86 (\text{Re} \cdot \text{Pr} \cdot d)^{(1/3)} \lambda \cdot \pi \cdot \Delta t_{ml}} \right)^{3/2} = 1,03 \text{ m}$$