

Prova scritta di Fisica Tecnica I – 10/07/2007

Esercizio 1

Una portata d'aria entra in una macchina di condizionamento invernale con una temperatura $t_1 = 10^\circ\text{C}$ ed un'umidità relativa $\varphi_1 = 65\%$. La portata di aria secca è pari a $\dot{m} = 3500 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$.

Nella macchina l'aria è umidificata spruzzando $22 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ di acqua a 12°C , che evaporano completamente, e viene riscaldata fornendo una potenza termica pari a $\dot{Q} = 34000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$. In tutto il sistema la pressione è uguale a quella atmosferica.

Calcolare:

la temperatura e l'umidità relativa dell'aria all'uscita del condizionatore.

Nota: si consideri: $c_{pa} = 1,006 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$, $r_0 = 2501 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $c_{pv} = 1,875 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$, $p_{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Per valutare la pressione di saturazione utilizzare l'equazione $p_s = 611,85 e^{\frac{17,502t}{240,9+t}}$ [P_a] con t espressa in Celsius.

Esercizio 2.

Delle lamiere di acciaio alla temperatura di 500°C vengono raffreddate sospese ad un nastro trasportatore che si muove con velocità costante di $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, percorrendo un tunnel di 100 m in cui circola una corrente fluida alla temperatura di 20°C . Le lamiere sono lunghe $1,00 \text{ m}$, larghe 20 cm e spesse 2 mm .

Calcolare:

1. Il Numero di Biot del sistema
2. la temperatura di uscita delle lamiere, sapendo che il coefficiente convettivo medio è uguale a $h = 116,3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$.

Nota: $\rho_{acc} = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $k_{acc} = 18,6 \frac{\text{W}}{\text{m K}}$, $c_{acc} = 0,50 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$

Teoria

1. Ricavare l'equazione di Clapeyron.
2. Ricavare il calore specifico di una politropica di esponente n .
3. Ricavare la distribuzione di temperatura all'interno di un cilindro di lunghezza infinita, avente una temperatura uniforme sulla superficie esterna, in cui vi sia una generazione uniforme di calore in condizioni stazionarie (l'equazione di Fourier in coordinate cilindriche è uguale a: $\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \phi} \left(k \frac{\partial T}{\partial \phi} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{q}_g = \rho c_v \frac{\partial T}{\partial \tau}$).

Prova scritta di Fisica Tecnica I – 10/07/2007

Soluzione

Esercizio 1

$$p_{s1} = 611,85 e^{\frac{17,502 t_1}{240,9 + t_1}} = 611,85 * e^{\frac{17,502 * 10}{240,9 + 10}} = 1229 \text{ Pa}$$

$$x_1 = 0,622 \frac{\varphi_1 p_{s1}}{p_{atm} - \varphi_1 p_{s1}} = 0,622 \frac{0,65 * 1229}{1,013 * 10^5 - 0,65 * 1229} = 4,9 * 10^{-3} \frac{kg_v}{kg_a}$$

$$h_1 = 1,006 t_1 + (2501 + 1,86 t_1) x_1 = 1,006 * 10 + (2501 + 1,86 * 10) * 4,9 * 10^{-3} = 22,4 \frac{kJ}{kg}$$

$$\begin{cases} \dot{m}_a h_1 + \dot{m}_l h_l + \dot{Q} = \dot{m}_a h_2 \\ \dot{m}_a (x_2 - x_1) = \dot{m}_l \end{cases}$$

$$h_l = c_l t_l = 4,186 * 12 = 50,2 \frac{kJ}{kg}$$

$$h_2 = h_1 + \frac{\dot{m}_l}{\dot{m}_a} h_l + \frac{\dot{Q}}{\dot{m}_a} = 22,4 + \frac{22}{3500} * 50,2 + \frac{34000 * 4,186}{3500} = 63,4 \frac{kJ}{kg}$$

$$x_2 = \frac{\dot{m}_l}{\dot{m}_a} + x_1 = \frac{22}{3500} + 4,9 * 10^{-3} = 11,2 * 10^{-3} \frac{kg_v}{kg_a}$$

$$t_2 = \frac{h_2 - 2501 x_2}{1,006 + 1,86 x_2} = 34,5 ^\circ C$$

$$p_{s2} = 5481 \text{ Pa}$$

$$\varphi_2 = \frac{x_2 p_{atm}}{0,622 p_{s2} + p_{s2} x_2} = 0,33$$

Esercizio 2

1)

$$L_c = \frac{V}{A} = \frac{1 * 0,2 * 0,002}{2 * 1 * 0,2} = 0,001 \text{ m}$$

$$Bi = \frac{h L_c}{k_{acc}} = \frac{116,3 * 0,001}{18,6} = 6,3 * 10^{-3}$$

2)

$$\tau = \frac{L_{tun}}{w} = \frac{100}{5} = 20 \text{ s}$$

$$\frac{t_u - t_\infty}{t_i - t_\infty} = e^{-\frac{hA}{\rho_{acc} c_{acc} V} \tau}$$

$$t_u = 20 + (500 - 20) * e^{-\frac{116,3}{7800 * 500 * 0,001} 20} = 284 ^\circ C$$