

.....
NOME e COGNOME

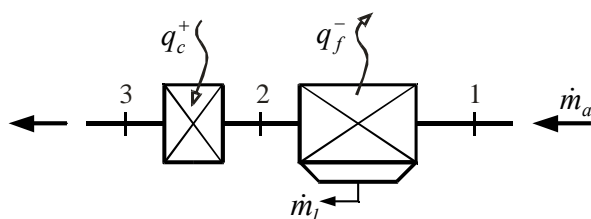
.....
CORSO di LAUREA

.....
Voto/i

Esercizio

Una portata d'aria $\dot{m}_a = 1500 \text{ kg}_a/\text{h}$, alla pressione $p = 101.325 \text{ kPa}$, temperatura $t_1 = 30^\circ\text{C}$ ed umidità relativa $\varphi_1 = 60\%$, viene raffreddata e deumidificata in una batteria fredda avente una temperatura superficiale $t_s = 8^\circ\text{C}$. L'umidità relativa dell'aria all'uscita della batteria è pari a $\varphi_2 = 95\%$. La portata \dot{m}_a viene successivamente riscaldata, mediante una batteria di post-riscaldamento, fino alla temperatura $t_3 = 17^\circ\text{C}$.

Servendosi del diagramma psicrometrico allegato, determinare:



1. Le proprietà termodinamiche dell'aria umida degli stati 1, 2 e 3, ed indicare le trasformazioni $\overline{12}$ e $\overline{23}$;
2. Il flusso termico q_f^- da asportare mediante la batteria fredda;
3. La portata di condensato \dot{m}_l ;
4. Il contributo latente q_λ^- del flusso termico q_f^- asportato con la batteria fredda;
5. Il flusso termico q_c^+ da fornire nella batteria di post-riscaldamento.

Nota:

Si assuma per l'acqua $c_l = 4.187 \text{ kJ}/(\text{kg K})$.

Soluzione

1. Dal diagramma:

$$t_1 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_1 = 60\% \Rightarrow h_1 = 71\text{ kJ/kg}_a; \quad x_1 = 16\text{ g}_v/\text{kg}_a$$

Punto 2 ideale (curva di saturazione):

$$t_{2id} = 8\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_{2id} = 100\% \Rightarrow h_{2id} = 25\text{ kJ/kg}_a; \quad x_{2id} = 7\text{ g}_v/\text{kg}_a$$

Punto 2 reale (individuato dall'intersezione del segmento $\overline{12_{id}}$ e dalla curva $\varphi_2 = 95\%$):

$$t_2 = 12\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_2 = 95\%; \quad h_2 = 34\text{ kJ/kg}_a; \quad x_2 = 8.5\text{ g}_v/\text{kg}_a$$

Punto 3 (riscaldamento semplice):

$$t_3 = 17\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad x_3 = x_2 = 8.5\text{ g}_v/\text{kg}_a \Rightarrow h_3 = 38.6\text{ kJ/kg}_a; \quad \varphi_3 = 70\%$$

2. A rigore:

$$q_f^- = q_{12}^- = \frac{\dot{m}_a}{3600}(h_2 - h_1) + \dot{m}_l h_l$$

Tuttavia è possibile usare l'espressione approssimata:

$$q_f^- \cong \frac{\dot{m}_a}{3600}(h_2 - h_1) = -15.5\text{ kW}$$

$$3. \quad \dot{m}_l = \frac{\dot{m}_a}{3600}(x_2 - x_1) = 3.15 \times 10^{-3}\text{ kg}_l/\text{s}$$

(Rifacendo il calcolo tenendo conto del contributo termico del condensato: $q_f^- = -15.44\text{ kW}$)

$$4. \quad q_{\lambda}^- = \frac{\dot{m}_a}{3600}(h_4 - h_1)$$

Il punto 4 è caratterizzato da:

$$t_4 = t_1 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad x_4 = x_2 = 8.5\text{ g}_v/\text{kg}_a \Rightarrow h_4 = 52\text{ kJ/kg}_a$$

$$q_{\lambda}^- = \frac{\dot{m}_a}{3600}(h_4 - h_1) = -8.0\text{ kW} .-$$

$$q_s^- = \frac{\dot{m}_a}{3600}(h_2 - h_4) = -7.5\text{ kW}$$

$$5. \quad q_c^+ = \frac{\dot{m}_a}{3600}(h_3 - h_2) = 2.0\text{ kW}$$