

TD

Un sistema elettrico di riscaldamento è costituito da un condotto in cui passa l'aria che viene riscaldata da una resistenza elettrica della potenza di 5 kW. Se la portata volumetrica dell'aria alla pressione 94.0 kPa e temperatura 20°C è 2 m³/s, si determini la temperatura dell'aria in uscita, supponendo che nel passaggio attraverso il condotto si abbiano dispersioni termiche quantificabili in 100 W.

(Per l'aria assumere che sia secca con R=287 J/(kg K) e c_v=718 J/(kg K)).

$$\rho = \frac{p}{RT} = 1,117 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\dot{m} = \rho \dot{V} = 2,234 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$T_2 = T_1 + \frac{\dot{Q}_R - \dot{Q}_d}{\dot{m} c_p} = 22,18^\circ\text{C}$$

ST

Un flusso di vapore in cambio di fase a 200°C attraversa un tubo di acciaio inossidabile (conduttività termica 15 W/(m·K)) i cui diametri interno ed esterno sono 10 cm ed 11 cm, rispettivamente. Il tubo è rivestito da una guaina isolante di lana di vetro (conduttività 0,038 W/(m·K)) spessa 2 cm. Il tubo cede calore all'ambiente per scambio termico liminare con coefficiente di scambio pari a 15 W/m²K. La temperatura dell'ambiente esterno è -5°C. Supponendo che il coefficiente di scambio termico all'interno del tubo sia 80 W/m²K, si calcoli:

- la potenza termica ceduta dal tubo all'ambiente per unità di lunghezza di tubo;
- la temperatura della superficie di separazione tra metallo e lana di vetro.

$$\frac{\Phi}{L} = \frac{2\pi(T_i - T_e)}{\frac{1}{h_i r_i} + \frac{1}{\lambda_{acc}} \ln\left(\frac{r_1}{r_i}\right) + \frac{1}{\lambda_{is}} \ln\left(\frac{r_e}{r_1}\right) + \frac{1}{h_e r_e}} = 133,75 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

$$\frac{\Phi}{L} = \frac{2\pi(T_i - T_2)}{\frac{1}{h_i r_i} + \frac{1}{\lambda_{acc}} \ln\left(\frac{r_1}{r_i}\right)} \rightarrow T_2 = 194,54^\circ\text{C}$$

TC

Una portata di 0,5 kg/s di aria alla pressione di 101325 Pa, temperatura 10°C ed umidità relativa 60% viene prima riscaldata fino a 25°C, poi umidificata mediante spruzzamento di acqua liquida, e poi post-riscaldata fino a 40°C. L'aria esce dalla sezione di umidificazione con umidità relativa 100%. Calcolare:

- la portata di acqua consumata per l'umidificazione;
- la potenza termica fornita nel riscaldamento e nel post-riscaldamento.

(Assumere: R_a=287 J/(kgK); R_v=462 J/(kgK); c_{pa}=1005 J/(kgK); r₀=2501,3 kJ/kg; c_{pv}=1820 J/(kgK))

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 10^\circ\text{C} \\ \psi_1 = 0,6 \end{array} \right\} \rightarrow p_{s1} = 1228 \text{ Pa} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} x_1 = 0,622 \frac{\psi_1 p_{s1}}{p - \psi_1 p_{s1}} = 0,00456 \\ h_1 = 1,005 T_1 + x_1 (1,820 T_1 + 2501,3) = 21,53 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} T_2 = 25^\circ\text{C} \\ x_2 = x_1 \end{array} \right\} \rightarrow h_2 = 1,005 T_2 + x_2 (1,820 T_2 + 2501,3) = 36,74 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \psi_3 = 1 \\ h_3 = h_2 \end{array} \right\} \rightarrow x_3 = 0,0093$$

$$\left. \begin{array}{l} T_4 = 40^\circ\text{C} \\ x_4 = x_3 \end{array} \right\} \rightarrow h_4 = 1,005 T_4 + x_4 (1,820 T_4 + 2501,3) = 64,14 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_R = \dot{M} (h_2 - h_1) = 7,605 \text{ kW} \quad \dot{Q}_{PR} = \dot{M} (h_4 - h_3) = 13,700 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{M} (x_3 - x_2) = 0,00237 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$