Esercizio 1

Dell'aria alla temperatura di 20 ^oC viene compressa tramite una trasformazione adiabatica irreversibile in un compressore assiale, avente un rapporto di compressione r_p = 6,8. L'aria entra, poi, in una camera di combustione dove riceve una potenza termica pari a 9000 kW tramite una trasformazione a pressione costante. Sapendo che la portata d'aria è pari a $\dot{m}_a = 14{,}8 \frac{kg}{s}$ e il rendimento isoentropico di compressione è uguale a $\eta_{is,c} = 0{,}85$, calcolare:

1. La temperatura T_2 di uscita dal compressore
2. La temperatura T_3 di uscita dalla camera di combustione

Note: Si assuma che

- *Nella compressione* $c_p = 1024 \frac{J}{kg\,K}$ $\quad k = 1{,}39$
- *Nella trasformazione in camera di combustione* $c_p = 1170 \frac{J}{kg\,K}$

Esercizio 2.

Dell'ossigeno liquido alla sua temperatura di ebollizione T_1 = -183 ^oC deve essere conservato in un serbatoio sferico di diametro D_1 = 300 mm. Il sistema è isolato dal vuoto che si ha nell'intercapedine esistente tra il serbatoio interno ed una sfera concentrica di diametro D_2 = 450 mm. Entrambe le sfere sono di alluminio lucidato con un emissività pari a $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0{,}03$. La temperatura della sfera esterna è uguale a T_2 = -1 ^oC. Si calcoli:

1. la potenza termica assorbita per irraggiamento
2. Il tempo necessario per far evaporare completamente la massa dell'ossigeno sapendo che la densità dell'ossigeno allo stato liquido è uguale a $\rho = 1131 \frac{kg}{m^3}$ e il calore latente di evaporazione è pari a $r = 213{,}5 \frac{kJ}{kg}$

Note: Si assuma $\sigma = 5{,}67\,10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$

Teoria

1. Ricavare l'equazione che descrive il fenomeno dell'umidificazione a vapore e mostrare sotto quali ipotesi si può ritenere la trasformazione isoterma.
2. Disegnare qualitativamente sui piani termodinamici T-s e h-s un ciclo di Rankine surriscaldato (ciclo di Hirn) e ricavarne il rendimento.
3. Ricavare l'equazione della resistenza termica in geometria cilindrica.

Soluzione

Esercizio 1

1)

$$T_{2'} = T_1 r_p^{\frac{k-1}{k}} = 293 * 6,8^{\frac{1,39-1}{1,39}} = 501,7K = 228,6\ ^oC$$

$$\eta_{is,c} = \frac{h_{2'} - h_1}{h_2 - h_1} = \frac{T_{2'} - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$T_2 = \frac{T_{2'} - T_1}{\eta_{is,c}} + T_1 = \frac{228,6 - 20}{0,85} + 20 = 265,4\ ^oC = 538,6\,K$$

2)

$$\dot{Q} = \dot{m}_a \left(h_3 - h_2\right) = \dot{m}_a c_p \left(T_3 - T_2\right)$$

$$T_3 = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}_a c_p} + T_2 = \frac{9000}{14,8 * 1,170} + 538,6 = 1058,4\ K = 785,2^oC$$

Esercizio 2

1)

$$T_1 = 273 - 183 = 90K$$

$$T_2 = 273 - 1 = 272K$$

$$q = \frac{\sigma\left(T_2^4 - T_1^4\right)}{\frac{1-\varepsilon_1}{\varepsilon_1 A_1} + \frac{1}{F_{12} A_1} + \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_2 A_2}}$$

$$F_{12} = 1$$

$$q = \frac{A_1 \sigma\left(T_2^4 - T_1^4\right)}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_2}\frac{A_1}{A_2}} = \frac{5,67 10^{-8} \pi\, 0,3^2 \left(272^4 - 90^4\right)}{\frac{1}{0,03} + \frac{1-0,03}{0,03}\frac{0,3^2}{0,45^2}} = 1,82W$$

2)

$$m_O = \rho V = \rho\pi \frac{D^3}{6} = 1131\pi \frac{0,3^3}{6} = 16\,kg$$

$$Q = m_O r = 16 * 213,4 = 3412\ kJ$$

$$\tau = \frac{Q}{q} = \frac{3412000}{1,82} = 1874725\,s = 520,75\,h$$