

Prova scritta di Fisica Tecnica – 15.07.2003
(Ing. Civile, Edile, Ambiente e territorio) V.O.

Esercizio 1

In un ciclo Joule ad aria standard con $c_p=1005$ J/(kg K) e $k=1,4$ l'aria entra nel compressore alla pressione $p_1=0,1$ MPa, temperatura $T_1 = 300$ K ed esce alla pressione $p_2=1$ MPa. La temperatura massima di ciclo sia pari a $T_3=1300$ K ed il rendimento isoentropico di compressione sia pari ad $\eta_{ic}=0,8$, in queste condizioni il lavoro netto ottenuto dal ciclo è pari a $L_n=225$ kJ/kg. Si chiede di determinare

1. il tracciamento del ciclo in un diagramma T-s
2. il calore fornito al ciclo Q_{23}^+ ;
3. il calore ceduto all'esterno Q_{41}^- ;
4. il rendimento del ciclo η ;
5. il rendimento isoentropico di espansione della turbina η_{ie} .

Esercizio 2

Una portata d'acqua fredda $\dot{m}_f=2$ kg/s alla temperatura $t_{fe}=30$ °C viene riscaldata da una uguale portata d'acqua calda che passa dalla temperatura $t_{ce}=95$ °C alla temperatura $t_{cu}=65$ °C. Assumendo un calore specifico dell'acqua $c_l = 4187$ J/(kg K), e un coefficiente globale di scambio termico $U=2000$ W/(m² K), si calcoli:

1. L'area di scambio A_{cc} necessaria nell'ipotesi di scambiatore in controcorrente;
2. L'area di scambio A_{ec} necessaria nel caso di scambiatore equicorrente;
3. Le temperature di uscita dell'acqua calda e fredda nella configurazione equicorrente nel caso in cui la portata di acqua calda sia pari a $\dot{m}_c = 4$ kg/s.

Termodinamica applicata

$$T_{2'} = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 579 \text{ K}, \quad T_2 = T_1 + \frac{T_{2'} - T_1}{\eta_{ic}} = 649 \text{ K}$$

$$Q_{23}^+ = c_p (T_3 - T_2) = 654 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta = \frac{L_n}{Q_{23}} = 0,34$$

$$Q_{41}^- = L_n^+ - Q_{23}^+ = -429 \text{ kJ/kg}$$

$$T_4 = T_1 - \frac{Q_{23}^-}{c_p} = 726 \text{ K}$$

$$T_{4'} = \frac{T_3}{\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}} = 673 \text{ K}$$

$$\eta_{ie} = \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_{4'}} = 0,91$$

Trasmissione del calore

$$q = \dot{m}_c c_c (t_{ce} - t_{cu}) = 251,2 \text{ kW}$$

$$\Delta T_{ml} = 23,4 \text{ K (e.c.)}$$

$$\Delta T_{ml} = \Delta T = 35 \text{ K (c.c.)}$$

$$\frac{q}{U \Delta T_{ml}} = 5,37 \text{ m}^2 \text{ (e.c.)}$$

$$\frac{q}{U \Delta T} = 3,59 \text{ m}^2 \text{ (c.c.)}$$

$$M = \frac{1}{\dot{m}_c c_c} + \frac{1}{\dot{m}_f c_f} = 0,791$$

$$\Delta t_u = \Delta t_e e^{-MUA} = 9,496 \text{ K}$$

$$\Delta T_{ml} = 28,86, \quad q = U A \Delta t_{ml} = 310 \text{ kW}$$

$$t_{cu} = t_{ce} - \frac{q}{\dot{m}_c c_c} = 76,49 \text{ }^\circ\text{C}$$