

.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
Voto

Termodinamica

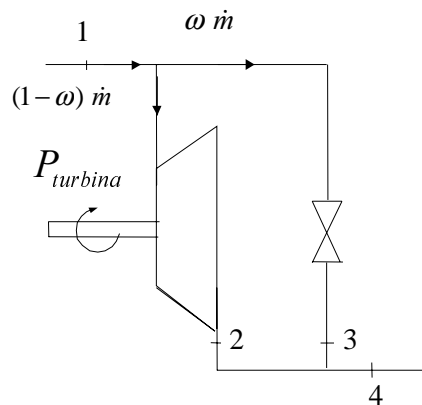
Una turbina a vapore è collegata, in parallelo, ad una valvola di laminazione attraverso cui passa una frazione $\omega = 0.1$ della portata di massa $\dot{m} = 5 \text{ kg/s}$.

Le condizioni di entrata sono $t_1 = 450^\circ\text{C}$, $p_1 = 5 \text{ MPa}$; la pressione di uscita è $p_4 = 2 \text{ MPa}$. Si ritengano trascurabili gli scambi termici con l'ambiente e le variazioni di energia cinetica e potenziale.

Sapendo che il rendimento isoentropico della turbina è $\eta_{ie} = 0.9$, avvalendosi del diagramma (h, s) , si determinino:

1. le entalpie e le entropie (h_1, s_1) , (h_3, s_3) rispettivamente per i punti 1 e 3;
2. l'entalpia e l'entropia (h_2, s_2) nel punto 2, la potenza ottenuta nella turbina P_{turbina} ;
3. l'entalpia, l'entropia e la temperatura (h_4, s_4, t_4) nel punto 4;
4. la produzione di entropia nel processo \dot{S} , espressa in kW/K.

Si traccino inoltre sul diagramma (h, s) le trasformazioni 1-2 e 1-3 e si identifichi il punto 4.



Trasmissione del calore

Un tratto di elemento tubolare di raggio interno pari a $r_i = 0.1 \text{ m}$ e raggio esterno $r_e = 0.2 \text{ m}$ è formato da tre strati la cui successione dal lato interno a quello esterno, lo spessore e la conducibilità termica del materiale sono riportati nella seguente tabella:

i	$S_i \text{ (m)}$	$k_i \text{ (W/m K)}$
1	0.05	20
2	0.03	-
3	0.02	1

Nel tubo scorre un fluido la cui temperatura è pari a $t_i = 100^\circ\text{C}$ mentre la temperatura della superficie interna è pari a $t_l = 60^\circ\text{C}$. Si chiede di calcolare la conducibilità k_2 del materiale del secondo strato se la temperatura superficiale esterna del tubo è pari a $t_4 = 20^\circ\text{C}$ ed il coefficiente di scambio termico per convezione nel tubo è pari a $h_i = 25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Soluzioni

Termodinamica

Dal diagramma (h, s):

$$h_1 = 3316 \text{ kJ/kg}$$

$$s_1 = 6.82 \text{ kJ/kg K}$$

$$h_3 = h_1$$

$$p_3 = p_2 = p_4$$

$$s_3 = 7.23 \text{ kJ/kg K}$$

Dal diagramma (h, s):

$$h_{2'} = 3053 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 3079.3 \text{ kJ/kg}$$

$$P_{\text{turbina}} = 1065.2 \text{ kW}$$

Dal diagramma (h, s):

$$h_4 = 3103 \text{ kJ/kg}$$

$$s_4 = 6.9 \text{ kJ/kg K}$$

$$t_4 = 330 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\dot{S} = 0.41 \text{ kW/K}$$

Trasmissione del calore

$$q'_c = 2\pi r_1 h_i (t_i - t_l) = 628.3 \frac{W}{m}$$

$$R_1 = \frac{1}{2\pi k_1} \ln \frac{r_2}{r_1} = 3.227 \cdot 10^{-3} \frac{K m}{W}$$

$$R_2 = \frac{1}{2\pi k_2} \ln \frac{r_3}{r_2}$$

$$R_3 = \frac{1}{2\pi k_3} \ln \frac{r_4}{r_3} = 1.677 \cdot 10^{-2} \frac{K m}{W}$$

$$R_c = \frac{1}{2\pi h_i r_1} = 6.366 \cdot 10^{-2} \frac{K m}{W}$$

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 + R_c$$

$$q_c = \frac{t_i - t_4}{R_{tot}}$$

$$k_2 = 0.6645 \frac{W}{m K}$$