

Prova scritta di Fisica Tecnica – 2 luglio 2001
(ing. Civile, Edile, Ambiente e Territorio)

.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
VOTO

Termodinamica

In un ferro da stiro a vapore, per ottenere una portata $\dot{m}_v = 1$ kg/h di vapore, l'acqua alla temperatura $t_1 = 25$ °C viene pompata in una caldaia dove evapora ed esce in condizioni di saturazione alla temperatura $t_3 = 150$ °C, il vapore prodotto viene quindi laminato sino alla pressione ambiente.

Si chiede di tracciare il processo in un diagramma $T-s$ ed utilizzando il diagramma $h-s$ allegato di determinare:

- 1) il flusso termico scambiato in caldaia q (kW);
- 2) la temperatura del vapore in uscita t_4 (°C);
- 3) la potenza assorbita dalla pompa P (W);
- 4) la generazione complessiva di entropia per unità di tempo \dot{S}_{irr} , trascurando le perdite di carico (kW/K).

Trasmissione del calore

Un elemento riscaldante elettrico a sezione circolare avente raggio r deve fornire un flusso termico per unità di lunghezza q' ad una massa d'acqua alla temperatura t_f ipotizzata costante nel tempo.

- 1) Nell'ipotesi che il coefficiente di scambio termico convettivo sia pari ad α , si calcoli la temperatura t_1 (°C) raggiunta dalla superficie dell'elemento riscaldante;
- 2) nell'ipotesi che il coefficiente di scambio termico convettivo sia ancora pari ad α , si calcoli la nuova temperatura t_1 (°C) raggiunta dalla superficie dell'elemento riscaldante dopo che su di esso si è depositato uno strato di calcare avente conduttività termica $\lambda = 0,2$ W/(m K) e spessore $s = 1$ mm;
- 3) nelle condizioni del punto 2), si calcoli la temperatura t_2 (°C) sulla superficie esterna dello strato di calcare.

Dati: $r = 2$ cm;

$q' = 3000$ W/m $t_f = 70$ °C

$\alpha = 500$ W/(m² K)

Termodinamica

Dal diagramma ($h-s$) si ricavano i valori di entalpia specifica ed entropia specifica per l'acqua nel punto 3:

$$h_3 = 2750 \text{ kJ/kg}$$

$$h_1 = c_l t_1 = 104,7 \text{ kJ/kg}$$

$$q = \dot{m}_v (h_3 - h_2) \approx \dot{m}_v (h_3 - h_1) = 0,735 \text{ kW}$$

dal diagramma $t_4 = 130 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_1 = 101325 \text{ Pa}, p_2 = 0,48 \text{ Mpa}, v_l = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$P = \dot{V} (p_1 - p_2) = \dot{m}_l v_l (p_1 - p_2) = \dot{m}_v v_l (p_1 - p_2) = -0,111 \text{ W}$$

$$s_l = c_l \ln(T_1/T_0) = 3,67 \text{ J/(kg K)}, s_4 = 7,55 \text{ J/(kg K)}$$

$$\dot{S}_{irr} = \dot{m}_v (s_3 - s_1) - \frac{q}{T_3} = 2,582 \cdot 10^{-4} \text{ kW/K}$$

Trasmissione del calore

$$q' = 2\pi r \alpha (t_1 - t_f) \Rightarrow t_1 - t_f = \frac{q'}{2\pi r \alpha} = 47,7 \text{ K} \Rightarrow t_1 = 117,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$q' = \frac{t_1 - t_f}{\frac{1}{2\pi(r+s)\alpha} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{r+s}{r}} \Rightarrow t_1 - t_f = 162 \text{ K} \Rightarrow t_1 = 232 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\frac{t_2 - t_f}{t_1 - t_f} = \frac{R'_\alpha}{R'_\alpha + R'_\lambda} = \frac{\frac{1}{2\pi r \alpha}}{\frac{1}{2\pi r \alpha} + \frac{1}{2\pi \lambda} \ln \frac{r+s}{r}} = 0,281$$

$$t_2 - t_f = 45,5 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 115,5 \text{ }^\circ\text{C}$$