

Compito di Fisica Tecnica

Appello 9 Settembre 2015

Problema 1

All'interno di un cilindro chiuso da un pistone vi è dell'aria (sistema A) in cui però sono disperse delle polveri sottili (sistema P, massa $M=2$ g, calore specifico $c=700$ J/KgK). Inizialmente, l'aria con le polveri occupa il volume $V_1=10$ dm³ ed è alla temperatura $T_1=20$ °C e pressione $p_1=1$ bar, ma a un certo momento subisce un processo al cui termine si trova in nuovo stato alla temperatura $T_2=100$ °C e pressione $p_2=10$ bar. Determinare:

1. Se il processo subito dall'aria con le polveri può essere un processo meccanico;
2. Lavoro e/o calore che l'aria con le polveri scambierebbe in un processo reversibile tra gli stessi stati iniziale e finale (sono possibili scambi termici con l'ambiente che è alla temperatura $T_0=30$ °C);
3. Rappresentare, per la sola aria, nel piano U-S gli stati A_1 , A_2 , il processo da A_1 ad A_2 , la disponibilità adiabatica di A_2 , l'energia disponibile di A_3 (con $U_3=U_2$, $S_3=S_2$ e $V_3=V_1$) rispetto all'ambiente;
4. Valutare se nel calcolo dei flussi energetici del processo reversibile (punto 2) si avrebbe un errore maggiore del 10% nel caso si trascurassero le polveri.

(Trattare l'aria come un gas perfetto; considerare le polveri incompressibili, di volume trascurabile e sempre in equilibrio con l'aria)

Problema 2

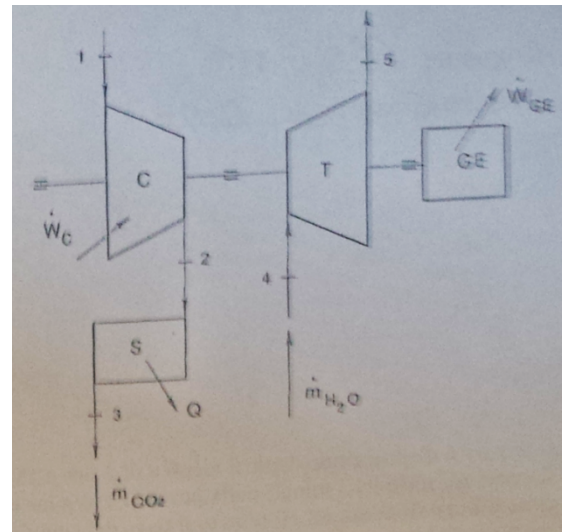
Viene proposto un distributore di bibite fredde che usa un sistema di refrigerazione innovativo in grado di funzionare prelevando energia elettrica dalla rete e scambiando calore con acqua calda di recupero a 50 °C. Il costruttore dichiara che, caricando il distributore con 50 bottigliette d'acqua da 50 cl ciascuna alla temperatura di 20 °C, la macchina è in grado di portarle alla temperatura di 5 °C con un consumo di 0,20kWh. Determinare:

1. Se la macchina può funzionare o meno;
2. Nel caso la macchina funzioni, se è possibile concepire una che consumi ancora meno quantificando il risparmio di energia elettrica.

(Discutere tutte le capacità termiche escluse quella dell'acqua nelle bottigliette, le variazioni di temperatura dell'acqua calda di recupero, tutte le dispersioni termiche)

Problema 3

In un piccolo impianto di stoccaggio dell'anidride carbonica una portata $m_{CO_2}=25 \text{ kg/h}$ entra prima in un compressore C alla pressione $p_1=1 \text{ bar}$ e temperatura $T_1=15 \text{ °C}$ e poi in uno scambiatore S da cui esce nelle condizioni $p_3=100 \text{ bar}$ e $T_3=40 \text{ °C}$. Il compressore assorbe una potenza $P_c=4 \text{ kW}$, fornita da una turbina a vapore T, che elabora una portata $m_{H_2O}=100 \text{ kg/h}$, le cui condizioni di ingresso e di uscita sono, rispettivamente, $p_4=35 \text{ bar}$, $T_4=370 \text{ °C}$, $p_5=0.2 \text{ bar}$, $x_5=0.85$. La turbina trascina anche un generatore elettrico GE (rendimento di conversione unitario).



Determinare:

1. La potenza al generatore elettrico;
2. La potenza termica ceduta dall'anidride carbonica nello scambiatore di calore;
3. Se compressore e turbina sono ideali e, in caso contrario, i rispettivi rendimenti isoentropici.

(Trascurare le cadute di pressione nello scambiatore di calore)

Problema 4

Un condotto, in cui passa vapore ($w=10 \text{ m/s}$), corre per un tratto di 10 m all'interno di un capannone. Il tubo ha un diametro esterno di 6 cm con uno spessore di parete $s=5 \text{ mm}$ (conduttività termica $k_{\text{tubo}}=20 \text{ W/mK}$). Per ridurre le dispersioni termiche, il tubo è ricoperto con uno strato di 10 cm di isolante (conduttività termica $k_{\text{is}}=0.05 \text{ W/m}$), a sua volta ricoperto con un sottile foglio di alluminio lucido per minimizzare anche le perdite per irraggiamento (riflettanza $\rho=0.9$, resistenza termica conduttiva trascurabile). L'aria nel capannone è sostanzialmente ferma. Nel caso la temperatura della superficie esterna dell'isolante sia di 34 °C e quella delle pareti del capannone e dell'aria sia di 15 °C , determinare:

1. La potenza termica dispersa dal tubo per convezione, quella per irraggiamento e quella complessiva;
2. Facoltativo: la temperatura della parete interna del tubo.

(Proprietà termofisiche dell'aria: densità $\rho=1.1181 \text{ kg/m}^3$, $C_p=1007.3 \text{ J/KgK}$, viscosità $\mu=19.07 \times 10^{-6} \text{ kg/ms}$, conduttività termica $k=0.0273 \text{ W/mK}$)

Sono state date 4 correlazioni di scambio termico fra cui scegliere. Qui sotto è riportata solo quella corretta. Il metodo per selezionarla è il seguente: era stata fornita l'informazione sull'aria "sostanzialmente ferma" e vi era una sola correlazione contenente il numero di Rayleigh(Ra), strettamente connesso all'aria ferma.

$$Nu_D = \left\{ 1 + \frac{0.387 Ra_D^{1/6}}{\left[1 + (0.599/Pr)^{9/16} \right]^{3/27}} \right\}^2$$