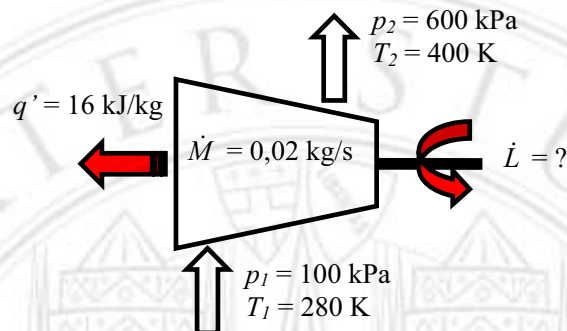


Esercizio (gas perfetti)

Adattato da: Y. A. Çengel, *Termodinamica e trasmissione del calore*, McGraw-Hill Italia (1998).

Un turbocompressore comprime in modo stazionario aria secca da $p_1 = 100$ kPa e $T_1 = 280$ K a $p_2 = 600$ kPa e $T_2 = 400$ K. Sapendo che la portata massica dell'aria è $\dot{M} = 0,02$ kg/s, che durante il processo si verificano delle perdite di calore pari a $q' = 16$ kJ/kg e che le variazioni di energia cinetica e potenziale sono trascurabili, determinare la potenza da fornire al turbocompressore.

**Soluzione**

Il turbocompressore è un **sistema aperto**, in regime stazionario, con una corrente entrante ed una uscente; applicando il 1° principio in forma termica:

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) + h_2 - h_1 = q' - l' \quad (1)$$

Con le ipotesi assunte:

$$h_2 - h_1 = q' - l' \quad (2)$$

Nelle condizioni indicate l'aria secca può essere considerata un **gas perfetto**, poiché è ad alta temperatura e bassa pressione rispetto ai valori di punto critico ($p'_c = 3,77$ MPa e $T'_c = 132,8$ K).

Per un gas perfetto l'entalpia è funzione solo della temperatura:

$$h_2 - h_1 = \int_1^2 c_p dT \quad (3)$$

Per il calore specifico dell'aria si può assumere un opportuno **valore medio** tra 280 K e 400 K. Per esempio, alla temperatura media di $(280+400)/2 = 340$ K dalla tabella A.2 del testo di Çengel si trova $c_p = 1,007$ kJ/(kg·K).

Sostituendo la (3) nella (2) e considerando c_p costante e pari al valor medio trovato si ha:

$$l' = q' - c_p (T_2 - T_1) \quad (4)$$

Sostituendo i valori numerici:

$$l' = -16 - 1,007(400 - 280) = -136,8 \text{ kJ/kg} \quad (5)$$

Il lavoro per unità di massa è negativo perché ricevuto dal sistema.
Infine, la potenza fornita al compressore è:

$$\dot{L} = \dot{M}l' = 0,02 \cdot (-136,8) = -2,74 \text{ kW} \quad (6)$$

Si osservi che la variazione di entalpia è stata espressa in funzione della sola variazione di temperatura, utilizzando il calore specifico a pressione costante, anche se la trasformazione produce una evidente variazione di pressione. Questo è lecito perché l'aria secca è stata considerata un gas perfetto, per il quale l'entalpia negli stati fisici 1 e 2 può essere espressa in funzione della sola temperatura. Calcolata l'entalpia in ogni singolo stato, si deduce facilmente la variazione di entalpia tra gli stati 1 e 2, che, in base al modello assunto, risulta essere funzione della variazione di temperatura.

