

Prova scritta di Fisica Tecnica – 30 gennaio 2001
(ing. Civile, Edile, Ambientale)

.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
VOTO

Termodinamica

Una portata $\dot{m}=2.3$ kg/s d'aria, che scorre in un tubo del diametro interno $d=0.15$ m, viene laminata adiabaticamente in una valvola. La pressione all'ingresso della valvola è $p_e=700$ kPa, mentre la temperatura vale $t_e=95$ °C, all'uscita dalla valvola la pressione vale $p_u=350$ kPa.

Nell'ipotesi che l'aria si possa considerare un gas ideale con $R=0.287$ kJ/(kg K) e $k=1.41$, trascurando le variazioni di energia cinetica e potenziale, si calcolino:

1. la temperature T_u e il volume specifico v_u dell'aria all'uscita;
2. la velocità w_u dell'aria all'uscita;
3. la differenza di entropia specifica dell'aria tra uscita ed entrata s_u-s_e ;
4. la generazione di entropia \dot{S}_{irr}

Trasmissione del calore

Due superfici piano-parallele di area uguale, poste a breve distanza, sono caratterizzate da temperature T_1 e T_2 , ed emissività $\varepsilon_1=0.8$ ed $\varepsilon_2=0.5$.

Uno schermo alla radiazione, caratterizzato dal medesimo valore ε_3 dell'emissività su ambedue le facce, viene interposto fra le due superfici.

Determinare il valore dell'emissività ε_3 dello schermo in grado di ridurre il flusso termico, scambiato fra le due superfici, ad un quinto di quello presente in assenza di schermo.

Termodinamica

dal I principio della termodinamica risulta

$$h_u - h_e = c_p (T_u - T_e) = 0 \Rightarrow T_u = T_e = 95 + 273 = 368 \text{ K}$$

$$\text{il volume specifico all'uscita è } v_u = \frac{RT_u}{p_u} = 0.302 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\text{la velocità all'uscita è: } w_u = \frac{v_u \dot{m}}{A} = \frac{v_u \dot{m}}{d^2/4} = 39.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{la differenza di entropia specifica è: } s_u - s_e = c_p \ln \frac{T_u}{T_e} - R \ln \frac{p_u}{p_e} = -R \ln \frac{p_u}{p_e} = 0.199 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\text{La generazione di entropia è } \dot{S} = \dot{m} \cdot (s_u - s_e) = 0.46 \frac{\text{kW}}{\text{K}}$$

Trasmissione del calore

In assenza di schermo:

$$q_{12} = \frac{A \sigma (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

Con l'interposizione dello schermo:

$$q_{12}^{sc} = \frac{A \sigma (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{2}{\epsilon_3} + \frac{1}{\epsilon_2} - 2}$$

Il rapporto q_{12}^{sc}/q_{12} deve essere pari ad un quinto:

$$\frac{q_{12}^{sc}}{q_{12}} = \frac{1}{5} = \frac{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{2}{\epsilon_3} + \frac{1}{\epsilon_2} - 2} \text{ e risolvendo per } \epsilon_3:$$

$$\epsilon_3 = \frac{2}{\frac{4}{\epsilon_1} + \frac{4}{\epsilon_2} - 3} = 0.2$$