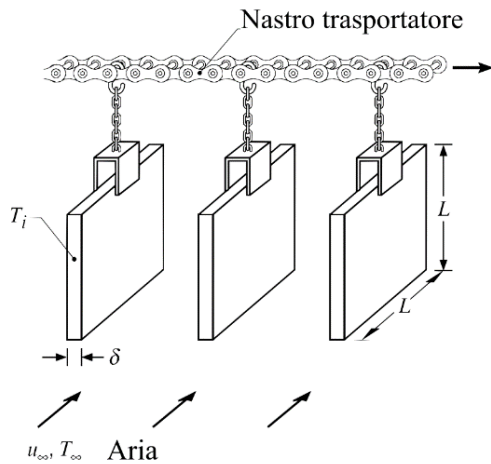


Ing. Navale. Ing. Civile

Prova scritta di Fisica Tecnica – Trasmissione del Calore – 09.02.2023

Esercizio

Delle lastre di acciaio (AISI 1010) di spessore pari a δ e larghezza ed altezza pari a L , vengono trasportate, dopo aver subito un trattamento termico, e contemporaneamente raffreddate da aria a velocità u_∞ e temperatura T_∞ che fluisce parallelamente alle lastre.



Se le lastre hanno una temperatura iniziale T_i , tenendo conto che la velocità dell'aria è molto superiore alla velocità del nastro trasportatore, calcolare nell'ordine:

1. Il coefficiente di scambio termico convettivo per le lastre.
2. La potenza termica smaltita da ciascuna lastra nelle condizioni iniziali.
3. Il tasso di variazione della temperatura delle piastre nelle stesse condizioni.

Note:

1. Per il calcolo del coefficiente di scambio termico, si faccia uso di una delle seguenti correlazioni valide per la lastra piana:

a. $\overline{Nu}_L = 0.664 Re_L^{1/2} Pr^{1/3}$
valida per $Re_L < 5 \times 10^5$ $Pr \geq 0.6$

b. $\overline{Nu}_L = (0.037 Re_L^{4/5} - 871) Pr^{1/3}$
valida per $5 \times 10^5 \leq Re_L \leq 10^7$ $0.6 \leq Pr \leq 60$

2. Si assumano per l'aria, ad un'opportuna temperatura da specificare, le seguenti proprietà termofisiche:

$k_{aria} = 0.0361 \text{ W/(m K)}$; $\nu = 30.4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $Pr = 0.688$

3. Si assumano, per l'acciaio AISI 1010, le seguenti proprietà termofisiche:

$k_{acc} = 49.2 \text{ W/(m K)}$; $c_{acc} = 549 \text{ J/(kg K)}$; $\rho_{acc} = 7832 \text{ kg/m}^3$

| TEMA | δ [mm] | L [mm] | u_∞ [m/s] | T_∞ [°C] | T_i [°C] |
|----------|---------------|----------|------------------|-----------------|------------|
| A | 6 | 1000 | 10.0 | 20 | 300 |
| B | 4 | 800 | 6.0 | 20 | 300 |

Teoria

Scambiatori di calore:

- 1) Tipologie.
- 2) Calcolo con il metodo della temperatura media logaritmica.

Soluzione

| Tema A | Tema B |
|--|--|
| <p>1) $Re_L = u_\infty L/\nu = 3.29 \times 10^5$ Poiché $Re_L < 5 \times 10^5$ usiamo la correlazione valida per regime laminare $Nu_L = 0.664 Re_L^{1/2} Pr^{1/3} = 336.2$ $h = Nu_L k_{aria}/L = \mathbf{12.14 [W/m^2 K]}$</p> <p>2) $q = 2 h L^2 (t_i - t_\infty) = \mathbf{6796.6 [W]}$</p> <p>3) Valutiamo il n.ro di Biot: $Bi = \frac{h (\delta/2)}{k_{acc}} = 7.4 \times 10^{-4}$ Essendo $Bi \ll 0.1$ è applicabile il metodo dei parametri concentrati, perciò da un bilancio di energia attorno alla superficie della lastra nell'istante iniziale risulta: $\rho \delta L^2 c_{acc} \left. \frac{dt}{d\tau} \right _i = -h 2 L^2 (t_i - t_\infty)$ da cui: $\left. \frac{dt}{d\tau} \right _i = \frac{-h 2 (t_i - t_\infty)}{\rho \delta c_{acc}} = \mathbf{-0.263 [^\circ C/s]}$</p> | <p>1) $Re_L = u_\infty L/\nu = 1.58 \times 10^5$ Poiché $Re_L < 5 \times 10^5$ usiamo la correlazione valida per regime laminare $Nu_L = 0.664 Re_L^{1/2} Pr^{1/3} = 232.9$ $h = Nu_L k_{aria}/L = \mathbf{10.51 [W/m^2 K]}$</p> <p>2) $q = 2 h L^2 (t_i - t_\infty) = \mathbf{3767.0 [W]}$</p> <p>3) Valutiamo il n.ro di Biot: $Bi = \frac{h (\delta/2)}{k_{acc}} = 4.3 \times 10^{-4}$ Essendo $Bi \ll 0.1$ è applicabile il metodo dei parametri concentrati, perciò da un bilancio di energia attorno alla superficie della lastra nell'istante iniziale risulta: $\rho \delta L^2 c_{acc} \left. \frac{dt}{d\tau} \right _i = -h 2 L^2 (t_i - t_\infty)$ da cui: $\left. \frac{dt}{d\tau} \right _i = \frac{-h 2 (t_i - t_\infty)}{\rho \delta c_{acc}} = \mathbf{-0.342 [^\circ C/s]}$</p> |