

Bài 1: (4 điểm)

Vách lò được cấu tạo bằng 3 lớp vật liệu: lớp ngoài là gạch chịu lửa có chiều dày $\delta_1 = 250$ mm, hệ số dẫn nhiệt $\lambda_1 = 1,4$ W/(m.độ); lớp giữa là vật liệu cách nhiệt có bề dày $\delta_2 = 100$ mm, hệ số dẫn nhiệt $\lambda_2 = 0,065(1+0,0025.t)$ W/(m.độ) và lớp trong cùng là gạch xây dựng có chiều dày $\delta_3 = 200$ mm, hệ số dẫn nhiệt $\lambda_3 = 0,8$ W/(m.độ).

Biết nhiệt độ bề mặt ngoài cùng và trong cùng của vách lần lượt là $t_1 = 800^\circ\text{C}$ và $t_4 = 60^\circ\text{C}$, hãy xác định:

- Mật độ dòng nhiệt q (W/m²) truyền qua vách.
- Nhiệt độ t_3 (°C) trên mặt tiếp xúc giữa lớp cách nhiệt và lớp gạch xây dựng.

Bài 2: (3 điểm)

Xét hai vách phẳng có cùng diện tích $F = 10$ m² đặt song song. Vách thứ nhất có nhiệt độ $t_1 = 350^\circ\text{C}$, độ đen $\varepsilon_1 = 0,7$; vách thứ hai có nhiệt độ $t_2 = 40^\circ\text{C}$, độ đen $\varepsilon_2 = 0,45$.

- Tính nhiệt lượng trao đổi bằng bức xạ giữa 2 vách.
- Nếu đặt giữa 2 vách 2 màng chắn với độ đen lần lượt là $\varepsilon_{c1} = 0,2$ và $\varepsilon_{c2} = 0,1$, hỏi nhiệt lượng trao đổi trong trường hợp này đã giảm đi bao nhiêu lần ?

Bài 3: (3 điểm)

Khảo sát một thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống lồng ống, lưu động ngược chiều. Nước làm mát chảy trong ống có nhiệt độ vào $t'_2 = 20^\circ\text{C}$, nhiệt độ ra $t''_2 = 50^\circ\text{C}$, tốc độ $\omega_2 = 2,5$ m/s. Chất lỏng nóng đi bên ngoài ống có nhiệt độ vào $t'_1 = 100^\circ\text{C}$, nhiệt dung riêng $c_{p1} = 2,5$ kJ/(kg.độ), lưu lượng $G_1 = 4$ kg/s. Biết thiết bị có diện tích trao đổi nhiệt $F = 12$ m² và ống có đường kính trong $d_{tr} = 28$ mm, hãy xác định hệ số truyền nhiệt k của thiết bị.

ĐÁP ÁN

Bài 1: (4 điểm)

a) Xác định Mật độ dòng nhiệt q (W/m^2) truyền qua vách. Ta có:

$$q = \frac{(800 - t_2) * 1,4}{0,25} \Rightarrow t_2 = 800 - 0,1786q \quad (1)$$

$$q = \frac{(t_3 - 60) * 0,8}{0,2} \Rightarrow t_3 = 60 + 0,25q \quad (2)$$

$$q = \frac{(t_2 - t_3)}{0,1} * \left[0,065 + 0,0001625 * \frac{(t_2 + t_3)}{2} \right] \quad (3)$$

Thay t_2 , t_3 tính theo q từ 2 pt (1) và (2) vào (3), suy ra:

$$2,48625 * 10^{-6} q^2 + 0,1535q - 99,8075 = 0$$

$$\Rightarrow q = 640 \quad W/m^2$$

(3 điểm)

b) Xác định nhiệt độ t_3 ($^{\circ}C$) trên mặt tiếp xúc giữa lớp cách nhiệt và lớp gạch xây dựng:

Sử dụng pt (2), suy ra: $t_3 = 220^{\circ}C$

(1 điểm)

Bài 2: (3 điểm)

a) Tính nhiệt lượng trao đổi bằng bức xạ giữa 2 vách.

$$\begin{aligned} Q_{BX} &= \frac{F.C_o}{\left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)} * \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] \\ &= \frac{10 * 5,67}{\left(\frac{1}{0,7} + \frac{1}{0,45} - 1\right)} * \left[\left(\frac{350 + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{40 + 273}{100}\right)^4 \right] \\ &= 30169,5 \quad W \end{aligned}$$

(1,5 điểm)

b) Trường hợp đặt thêm 2 màng chắn ở giữa:

$$Q'_{BX} = \frac{F.C_o * \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right]}{\left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right) + 2\left(\frac{1}{\varepsilon_{c1}} - \frac{1}{2}\right) + 2\left(\frac{1}{\varepsilon_{c2}} - \frac{1}{2}\right)}$$

Suy ra, nhiệt lượng trao đổi đã giảm đi:

$$\frac{\left(\frac{1}{0,7} + \frac{1}{0,45} - 1\right) + 2\left(\frac{1}{0,2} + \frac{1}{0,1} - 1\right)}{\frac{1}{0,7} + \frac{1}{0,45} - 1} = 11,56 \text{ lần}$$

(1,5 điểm)

Bài 3: (3 điểm)

Nhiệt độ nước làm mát trung bình chảy trong ống: $t_2 = \frac{t_2' + t_2''}{2} = 35^\circ C$

Tra bảng thông số vật lý của nước ở $35^\circ C$, ta có:

$$\rho_2 = \frac{995,7 + 992,2}{2} = 993,95 \text{ kg/m}^3$$

$$c_{p2} = 4,174 \text{ kJ/(kg.độ)}$$

Nhiệt lượng trao đổi trong thiết bị:

$$Q = Q_2 = \left(\omega_2 \cdot \frac{\pi d_{tr}^2}{4} \right) \rho_2 \cdot c_{p2} \cdot \Delta t_2 = 2,5 * \pi * \frac{0,028^2}{4} * 993,95 * 4,174 * 30$$

(1 điểm)

$$= 191,6 \text{ kJ}$$

$$\text{Mà } Q = Q_1 = G_1 c_{p1} \Delta t_1 = 4 * 2,5 * (100 - t_1'') = 191,6 \Rightarrow t_1'' = 80,8^\circ C$$

Lưu động ngược chiều, ta có:

$$\Delta t_{\max} = 80,8 - 20 = 60,8^\circ C$$

$$\Delta t_{\min} = 100 - 50 = 50^\circ C$$

$$\Rightarrow \bar{\Delta t} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \left(\frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}} \right)} = 55,2^\circ C$$

(1 điểm)

$$Q = kF \bar{\Delta t} \Rightarrow k = \frac{Q}{F \bar{\Delta t}} = \frac{191,6 * 10^3}{12 * 55,2} = 289,3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{độ)}$$

(1 điểm)