

Bài 1: (2,5 điểm)

Một vách phẳng đặt thẳng đứng được làm bằng 2 tấm kim loại mỏng có độ đen $\epsilon_1 = 0,5$ và $\epsilon_2 = 0,7$. Khoảng cách giữa 2 tấm kim loại $\delta = 4\text{cm}$. Cho biết nhiệt độ bề mặt vách $t_{w1} = 150^\circ\text{C}$ và $t_{w2} = 30^\circ\text{C}$. Diện tích bề mặt vách $F = 10\text{m}^2$, bỏ qua nhiệt trở dẫn nhiệt của kim loại. Tính nhiệt lượng tổng cộng truyền qua vách [W] trong trường hợp giữa 2 tấm kim loại là:

- Chân không
- Không khí

Bài 2: (4 điểm)

Trong hệ thống sấy người ta dùng hơi nước để gia nhiệt cho không khí. Thiết bị trao đổi nhiệt là chùm ống bố trí song song, ống có kích thước $\phi 27/23\text{ mm}$, số hàng ống theo chiều chuyển động của không khí $n = 12$. Hơi nước đi trong ống có áp suất $p = 4\text{bar}$, độ khô $x = 1$, ra khỏi ống ở trạng thái lỏng sôi. Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu của hơi bên trong ống $\alpha_1 = 7000\text{ W/m}^2\text{độ}$. Không khí có lưu lượng $V_{kk} = 5000\text{ m}^3/\text{h}$ vào chùm ống có nhiệt độ $t'_f = 30^\circ\text{C}$, ra khỏi chùm ống có nhiệt độ $t''_f = 110^\circ\text{C}$. Vận tốc qua chỗ hẹp nhất $\omega_{\max} = 10\text{ m/s}$. Bỏ qua nhiệt trở dẫn nhiệt của vách ống, hãy xác định:

- Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu trung bình về phía không khí.
- Năng suất nhiệt Q [kW] và tổng chiều dài ống truyền nhiệt L (m) của thiết bị.
- Lưu lượng hơi nước cần cung cấp G_h [kg/h].

Bài 3: (3,5 điểm)

Thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống lồng ống lưu động cùng chiều:

- Chất lỏng nóng với lưu lượng 400 lít/h , $t_1' = 120^\circ\text{C}$, $t_1'' = 70^\circ\text{C}$, $C_{p1} = 3\text{ kJ/kgđộ}$, $\rho_1 = 1200\text{ kg/m}^3$. Chất lỏng lạnh chảy trong hình vành khăn với lưu lượng 900 lít/h , $t_2' = 20^\circ\text{C}$, $C_{p2} = 4,18\text{ kJ/kgđộ}$, $\rho_2 = 1000\text{ kg/m}^3$. Hệ số truyền nhiệt của thiết bị $k = 1300\text{ W/m}^2\text{độ}$

- Tính diện tích truyền nhiệt của thiết bị.
- Trường hợp hai lưu chất chuyển động ngược chiều thì diện tích truyền nhiệt thay đổi thế nào?
- Vẽ đồ thị trao đổi nhiệt t - F trong 2 trường hợp (ghi rõ nhiệt độ vào, ra của các môi chất).

Đáp án:

Bài 1: (2,5 điểm)

a) Chân không: (1 điểm)

$$Q = Q_{bx}$$

$$Q_{bx} = \frac{F.C_0}{\left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)} \left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right] = \frac{10.5,67}{\left(\frac{1}{0,5} + \frac{1}{0,7} - 1\right)} \left[\left(\frac{150+273}{100}\right)^4 - \left(\frac{30+273}{100}\right)^4 \right] = 5506,8 \text{ W}$$

b) Không khí: (1,5 điểm)

$$Q = Q_{dl} + Q_{bx}$$

- Đối lưu trong không gian hẹp:

$$\text{Nhiệt độ tính toán: } t_f = 90^\circ\text{C} \rightarrow \begin{cases} \lambda = 3,13 \cdot 10^{-2} \text{ W/(m.K)} \\ \nu = 22,10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \\ \text{Pr} = 0,69 \\ \beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{90 + 273} \end{cases}$$

$$\text{Kích thước tính toán: } \delta = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

$$\rightarrow \text{Gr} = 4,25 \cdot 10^5$$

$$\text{Gr.Pr} = 2,93 \cdot 10^5 \rightarrow \varepsilon_{td} = 0,18(\text{Gr.Pr})^{0,25} = 4,19$$

$$\lambda_{td} = \varepsilon_{td} \cdot \lambda = 0,13 \text{ W/m.độ} \rightarrow Q_{dl} = 3900 \text{ W}$$

$$Q = Q_{dl} + Q_{bx} = 3900 + 5506,8 = 9406,8 \text{ W}$$

Bài 2: (4 điểm)

a) Hệ số tỏa nhiệt $\bar{\alpha}_2$: (1,5 điểm)

$$\text{Nhiệt độ tính toán: } t_f = 70^\circ\text{C} \rightarrow \begin{cases} \lambda = 2,96 \cdot 10^{-2} \text{ W/(m.K)} \\ \nu = 20,02 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \end{cases}$$

$$\text{Kích thước tính toán: } L = d_{ng} = 0,027 \text{ m}$$

$$\text{Re} = \omega \cdot d_{ng} / \nu = 1,348 \cdot 10^4$$

$$\rightarrow \text{Nu} = 0,194 \cdot \text{Re}^{0,65} = 93,8$$

$$\alpha_{2(3)} = \text{Nu} \cdot \lambda / d_{ng} = 102,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{độ}$$

$$\rightarrow \bar{\alpha}_2 = \frac{0,6 \cdot 102,8 + 0,9 \cdot 102,8 + (12 - 2) \cdot 102,8}{12} = 98,47 \text{ W/m}^2 \cdot \text{độ}$$

b) Năng suất nhiệt, tổng chiều dài ống truyền nhiệt của thiết bị: (1,5 điểm)

$$k_L = \frac{1}{\frac{1}{d_{tr} \cdot \alpha_1} + \frac{1}{d_{ng} \cdot \alpha_2}} = 2,6 \text{ (W / m.K)}$$

$$p = 4 \text{ bar} \rightarrow t_{f1} = 143,62^\circ\text{C}, \quad r = 2133 \text{ kJ/kg}$$

$$Q = G_{kk} \cdot c_{pk} \cdot \Delta t = 114,3 \text{ (kW)}$$

$$Q = L \cdot q_L \rightarrow L = 212,2 \text{ (m)}$$

c) Lưu lượng hơi cần cung cấp: (1 điểm)

$$Q = G_h \cdot r \rightarrow G_h = 0,054 \text{ (kg/s)} = 193 \text{ (kg/h)}$$

Bài 3: (3,5 điểm)

$$Q = G_1 C_{p1} \Delta t_1 = 20 \text{ kW}$$

$$Q = G_2 C_{p2} \Delta t_2$$

$$\rightarrow t_2'' = 39,14^\circ\text{C} \text{ (1 điểm)}$$

a) Lưu động cùng chiều: (1 điểm)

$$\overline{\Delta t} = 58,8^\circ\text{C}$$

$$F = 0,26 \text{ m}^2$$

b) Lưu động ngược chiều: (1 điểm)

$$\overline{\Delta t} = 64,2^\circ\text{C}$$

$$F = 0,24 \text{ m}^2$$

c) Vẽ đồ thị (0,5 điểm)