

Bài 1: (4 điểm)

Ống dẫn nước nóng (với đường kính trong d_1 , đường kính ngoài d_2 , hệ số dẫn nhiệt λ) cần được bọc 2 lớp cách nhiệt từ 2 vật liệu A và B. Cho biết hai lớp cách nhiệt này đều có cùng bề dày $\delta_A = \delta_B = 0,5d_2$, tuy nhiên vật liệu A có hệ số dẫn nhiệt λ_A lớn hơn hệ số dẫn nhiệt λ_B của vật liệu B. Hỏi phải bố trí hai lớp cách nhiệt ra sao (bọc lớp cách nhiệt nào phía trong) để giảm tổn thất nhiệt truyền qua ống. (Khi tính toán giả thiết nhiệt độ trên bề mặt trong ống và nhiệt độ trên bề mặt lớp cách nhiệt ngoài cùng luôn không đổi)

Bài 2: (6 điểm)

Vách phẳng kích thước cao x rộng = 2m x 3m có mặt ngoài tiếp xúc với không khí có nhiệt độ $t_f = 25^\circ\text{C}$. Biết nhiệt độ mặt ngoài vách là $t_g = 80^\circ\text{C}$, hệ số tỏa nhiệt về phía không khí bên ngoài là $\alpha = 9 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{độ})$.

- Hãy xác định nhiệt lượng truyền qua vách trong thời gian 10 phút.
- Để tăng cường khả năng làm mát vách, người ta gắn thêm các cánh thẳng có tiết diện không đổi trên mặt ngoài dọc theo chiều rộng vách. Nếu biết cánh có kích thước: chiều cao cánh $L = 30\text{mm}$, chiều dày $\delta = 3\text{mm}$, hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 140 \text{ W}/(\text{m}.\text{độ})$, hãy tính nhiệt độ ở đỉnh cánh và nhiệt lượng truyền qua 1 cánh với giả thiết bỏ qua tỏa nhiệt ở đỉnh cánh.
- Nếu vách được gắn đầy các cánh như câu b) với bước cánh $s = 20 \text{ mm}$, hỏi nhiệt lượng truyền qua vách đã tăng lên bao nhiêu lần so với khi chưa gắn cánh? (Khi tính xem như các thông số đã cho về nhiệt độ và hệ số tỏa nhiệt là không đổi)

--- Hết ---

ĐÁP ÁN

Bài 1: (4 điểm)

Tổn thất nhiệt trên 1m chiều dài ống được tính theo công thức:

$$q_L = \frac{\Delta t}{\sum R_\lambda}$$

Với giả thiết đề bài: $\Delta t = const$, suy ra để giảm tổn thất nhiệt truyền qua ống, ta phải bọc cách nhiệt làm sao để tổng nhiệt trở của ống tăng lên.

- Trường hợp 1: bọc lớp cách nhiệt A trước tiên, ta có:

$$\sum R_\lambda(A) = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right) + \frac{1}{2\pi\lambda_A} \ln\left(\frac{d_3}{d_2}\right) + \frac{1}{2\pi\lambda_B} \ln\left(\frac{d_4}{d_3}\right)$$

- Trường hợp 2: bọc lớp cách nhiệt B trước tiên, ta có:

$$\sum R_\lambda(B) = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right) + \frac{1}{2\pi\lambda_B} \ln\left(\frac{d_3}{d_2}\right) + \frac{1}{2\pi\lambda_A} \ln\left(\frac{d_4}{d_3}\right) \quad (2 \text{ điểm})$$

với: $d_3 = d_2 + 2\delta = 2d_2$
 $d_4 = d_3 + 2\delta = 3d_2$

$$\begin{aligned} \text{Suy ra: } \sum R_\lambda(A) - \sum R_\lambda(B) &= \frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{\lambda_A} - \frac{1}{\lambda_B} \right) \left(\ln 2 - \ln\left(\frac{3}{2}\right) \right) \\ &= \frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{\lambda_A} - \frac{1}{\lambda_B} \right) \ln\left(\frac{4}{3}\right) < 0 \quad (\text{do } \lambda_A > \lambda_B) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \sum R_\lambda(A) < \sum R_\lambda(B) \quad (2 \text{ điểm})$$

Vậy chọn bọc lớp cách nhiệt B phía trong sẽ giảm được tổn thất nhiệt qua ống.

Bài 2: (6 điểm)

- a) Xác định nhiệt lượng truyền qua vách trong thời gian 10 phút

$$Q = qF\tau = \frac{(t_g - t_f)}{1/\alpha} * F * \tau = \frac{(80 - 25)}{1/9} * 2 * 3 * 10 * 60 = 1782000 \text{ J} = 1782 \text{ kJ} \quad (1,5 \text{ điểm})$$

- b) Cánh thẳng tiết diện không đổi:

$$m = \sqrt{\frac{\alpha U}{\lambda_f}} = \sqrt{\frac{9 * 2(3 + 0,003)}{140 * 3 * 0,003}} = 6,55 \text{ m}^{-1}$$

$$\Rightarrow \theta_L = \frac{\theta_g}{\cosh(mL)} = \frac{80 - 25}{\cosh(6,55 * 0,03)} = 54^\circ \text{ C} \Rightarrow t_L = \theta_L + t_f = 79^\circ \text{ C}$$

$$Q_c = \lambda f m \theta_g \tanh(mL) = 140 * (3 * 0,003) * 6,55 * (80 - 25) * \tanh(6,55 * 0,03)$$

$$Q_c = 88,06 \text{ W}$$

(2,5 điểm)

- c) Số cánh gắn trên vách: $n = \frac{cao}{s} = \frac{2}{0,02} = 100$ cánh

$$Q' = (Q_{oc} + nQ_c) * \tau = (\alpha \theta_g F_{oc} + nQ_c) * \tau = [\alpha \theta_g (cao - n\delta) * rong + nQ_c] * \tau$$

$$Q' = [9 * 55 * (2 - 100 * 0,003) * 3 + 100 * 88,06] * 10 * 60 = 6798300 \text{ J} = 6798,3 \text{ kJ} \quad \text{tăng}$$

3,8 lần so với khi chưa gắn cánh

(2 điểm)