

Môn: Truyền Nhiệt
Thời gian: 90'
Ngày thi: 18/12/2012

ThS. Nguyễn Thị Minh Trinh

-----☞☛☞-----

Ghi chú: Sinh viên được sử dụng tài liệu

Bài 1 (3 điểm)

Dầu máy biến áp được làm mát từ nhiệt độ $t'_f = 95\text{ }^\circ\text{C}$ đến nhiệt độ $t''_f = 45\text{ }^\circ\text{C}$ trong một thiết bị làm mát dầu. Dầu chảy trong chùm ống đặt song song với số ống $n = 6$, đường kính trong mỗi ống $d = 12\text{ mm}$. Lưu lượng dầu chảy qua thiết bị $G = 18\text{ kg/phút}$. Nhiệt độ bề mặt vách ống $t_w = 35\text{ }^\circ\text{C}$.

Xác định:

1. Năng suất giải nhiệt của thiết bị.
2. Chiều dài mỗi ống trong thiết bị.

Bài 2 (3 điểm)

Xét hai tấm phẳng đặt song song thẳng đứng có khoảng cách $\delta = 5\text{ cm}$. Nhiệt độ và độ đen của hai tấm phẳng lần lượt là $t_{w1} = 70\text{ }^\circ\text{C}$, $\varepsilon_1 = 0,85$ và $t_{w2} = 15\text{ }^\circ\text{C}$, $\varepsilon_2 = 0,75$. Diện tích vách $F = 15\text{ m}^2$.

Xác định nhiệt lượng trao đổi giữa hai tấm phẳng khi môi trường giữa hai tấm là:

1. Vật liệu cách nhiệt có hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 0,025\text{ W/mK}$
2. Chân không
3. Không khí

Bài 3 (4 điểm)

Khảo sát một thiết bị đun nước nóng bằng hơi nước kiểu chùm ống. Hơi nước ở trạng thái hơi bão hòa khô có áp suất $p = 6\text{ bar}$ ngưng tụ bên ngoài chùm ống đến trạng thái lỏng sôi. Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của hơi nước $\alpha_h = 7500\text{ W/m}^2\text{K}$.

Nước chảy trong ống với tổng lưu lượng qua thiết bị $V = 5,5\text{ lít/s}$, đường kính trong của ống $d = 17\text{ mm}$, tốc độ nước chuyển động trong ống $\omega = 1,2\text{ m/s}$. Nhiệt độ nước vào và ra khỏi thiết bị $t'_2 = 25\text{ }^\circ\text{C}$ và $t''_2 = 75\text{ }^\circ\text{C}$.

Bỏ qua ảnh hưởng của phương hướng dòng nhiệt và nhiệt trở vách ống, xác định:

1. Diện tích trao đổi nhiệt của thiết bị.
2. Lưu lượng hơi nước cần cung cấp.
3. Giả sử hiệu suất trao đổi nhiệt của thiết bị chỉ đạt 90%. Các thông số khác đều giữ không đổi, xác định nhiệt độ nước ngưng tụ ra khỏi thiết bị.

ĐÁP ÁN

Bài 1 (3 điểm)

- Nhiệt độ tính toán:

$$t_f = \frac{t_f' + t_f''}{2} = 70^0\text{C}$$

Tra bảng thông số vật lý của dầu máy biến áp:

$$\rho = 850 \text{ kg/m}^3 \quad \lambda = 0,1064 \text{ W/mK}$$

$$\nu = 4,54 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad \beta = 7,15 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}$$

$$\text{Pr}_f = 71,3 \quad \text{Pr}_w = 173,5$$

$$c_p = 1,964 \text{ kJ/kgK}$$

Vận tốc dầu chảy trong 1 ống :

$$\omega = \frac{4G}{6\pi d^2 \rho} = 0,52 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = \frac{\omega d}{\nu} = 1375$$

$$\text{Gr} = \frac{g\beta d^3 (t_f - t_w)}{\nu^2} = 20581,4$$

→ Chảy tầng

$$\text{Nu} = 0,15 \text{Re}_f^{0,33} \text{Pr}_f^{0,43} \text{Gr}_f^{0,1} \left(\frac{\text{Pr}_f}{\text{Pr}_w} \right)^{0,25} \varepsilon_\ell = 22,05$$

$$\alpha = \frac{\text{Nu}\lambda}{d} = 195,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Năng suất của thiết bị

$$Q = G_d c_{pd} \Delta t_d = 29,46 \text{ kW}$$

- Chiều dài mỗi ống

$$Q = \alpha(\pi d L)(t_f - t_w) \rightarrow L = 114,3 \text{ m} \rightarrow \ell_{1 \text{ ống}} = 19,05 \text{ m}$$

Bài 2 (3 điểm)

1. Dẫn nhiệt

$$Q_1 = Q_{\text{DN}} = F \frac{\lambda}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) = 412,5 \text{ W}$$

2. Bức xạ

$$Q_2 = Q_{\text{BX}} = \frac{F \cdot C_0}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] = 3921,6 \text{ W}$$

3. Đối lưu tự nhiên + bức xạ

$$t_f = \frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} = 42,5^0\text{C}$$

Tra bảng thông số vật lý của không khí:

$$\lambda = 2,78 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK} \quad \nu = 17,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\beta = \frac{1}{T} = 0,00317 \text{ 1/K} \quad \text{Pr}_f = 0,699$$

$$\text{Gr} = \frac{g\beta\delta^3\Delta t}{\nu^2} = 721949 > 10^3$$

$$\varepsilon_{td} = 0,18(\text{Gr} \cdot \text{Pr})^{0,25} = 4,797$$

$$\lambda_{td} = \lambda \cdot \varepsilon_{td} = 0,13325 \text{ W/mK}$$

$$Q_{DL} = F \frac{\lambda_{td}}{\delta} (t_{w1} - t_{w2}) = 2198,6 \text{ W}$$

$$Q_3 = Q_{DL} + Q_{BX} = 6120,2 \text{ W}$$

Bài 3 (4 điểm)

- Xác định hệ số tỏa nhiệt về phía nước:

$$t_{f2} = \frac{t'_2 + t''_2}{2} = 50^\circ\text{C}$$

Tra bảng thông số vật lý của nước:

$$\lambda = 64,8 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK} \quad \nu = 0,556 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Pr}_f = 3,54 \quad c_p = 4,174 \text{ kJ/kgK}$$

$$\rho = 988,1 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Re} = \frac{\omega d}{\nu} = 36691$$

→ Chảy rối

$$\text{Nu} = 0,021 \text{Re}_f^{0,8} \text{Pr}_f^{0,43} \varepsilon_\ell \varepsilon_R = 162,157$$

$$\alpha_2 = \frac{\text{Nu}\lambda}{d} = 6181 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} = 3388,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Q = \rho_n V_n c_{pn} \Delta t_n = 1134,2 \text{ kW}$$

$$p = 6 \text{ bar} \rightarrow t_{f1} = 158,84^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\max} = 133,84^\circ\text{C} \quad \Delta t_{\min} = 83,84^\circ\text{C}$$

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} = 106,9^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{Q}{k\Delta t} = 3,131 \text{ m}^2$$

$$G_h = \frac{Q}{i'' - i'} = 0,5436 \text{ kg/s}$$

$$Q = G_h (i_v - i_r) \cdot 0,9 \rightarrow i_r = i_v - \frac{Q}{0,9 \cdot G_h} = 438,67 \text{ kJ/kg}$$

→ nước ngưng ở trạng thái lỏng chưa sôi tại $p = 6 \text{ bar} \rightarrow t_{ra} = 105^\circ\text{C}$