

第九章作业

9-1 一冷库的墙由内向外由钢板、矿渣绵和石棉板 3 层材料构成,各层的厚度分别为 0.8 mm、150 mm 和 10 mm,热导率分别为 $45 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 、 $0.07 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 和 $0.1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。冷库内、外气温分别为 -2°C 和 30°C ,冷库内、外壁面的表面传热系数分别为 $2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 和 $3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。为了维持冷库内温度恒定,试确定制冷设备每小时需要从冷库内取走的热量。

$$q = \frac{t_{f1} - t_{f2}}{\frac{1}{h_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{0.0008}{45} + \frac{0.15}{0.07} + \frac{0.01}{0.1} + \frac{1}{3}} = 10.2 \text{ W}/\text{m}^2$$

$$Q = q t A = 10.2 \times 3600 \times A = 37448.7 \text{ A J}, \text{ A 表示受热面积}$$

9-4 图 9-44 为比较法测量材料热导率装置的示意图。标准试件的厚度 $\delta_1 = 15 \text{ mm}$, 热导率 $\lambda_1 = 0.15 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$; 待测试件的厚度 $\delta_2 = 16 \text{ mm}$ 。试件边缘绝热良好。稳态时测得壁面温度 $t_{w1} = 45^\circ\text{C}$ 、 $t_{w2} = 23^\circ\text{C}$ 、 $t_{w3} = 18^\circ\text{C}$ 。忽略试件边缘的散热损失, 试求待测试件的热导率 λ_2 。

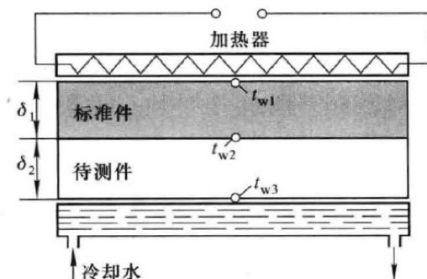


图 9-44 习题 9-4 附图

$$q = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\frac{\delta_1}{\lambda_1}} = \frac{t_{w2} - t_{w3}}{\frac{\delta_2}{\lambda_2}}$$

$$\frac{45 - 23}{\frac{0.015}{0.15}} = \frac{23 - 18}{\frac{0.016}{\lambda_2}}$$

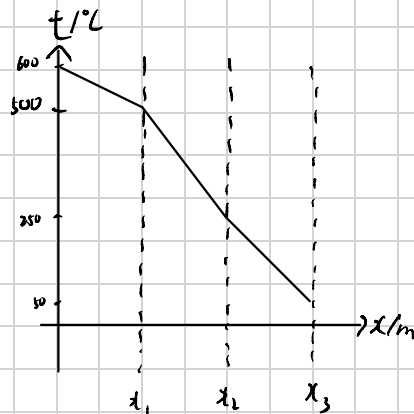
$$\lambda_2 = 0.704 \text{ W}/\text{mK}$$

9-5 有一 3 层平壁,各层材料热导率分别为常数。已测得壁面温度 $t_{w1} = 600^\circ\text{C}$ 、 $t_{w2} = 500^\circ\text{C}$ 、 $t_{w3} = 250^\circ\text{C}$ 及 $t_{w4} = 50^\circ\text{C}$, 试比较各层导热热阻的大小并绘出壁内温度分布示意图。

$$q = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{R_1} = \frac{t_{w2} - t_{w3}}{R_2} = \frac{t_{w3} - t_{w4}}{R_3}$$

$$\frac{600 - 500}{R_1} = \frac{500 - 250}{R_2} = \frac{250 - 50}{R_3}$$

$$\frac{100}{R_1} = \frac{250}{R_2} = \frac{200}{R_3} \Rightarrow R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 5 : 4$$



9-7 某过热蒸汽管道的内、外直径分别为 150 mm 和 160 mm, 管壁材料的热导率为 45 W/(m·K)。管道外包两层保温材料: 第一层厚度为 40 mm, 热导率为 0.1 W/(m·K); 第二层厚度为 50 mm, 热导率为 0.16 W/(m·K)。蒸汽管道内壁面温度为 400 °C, 保温层外壁面温度为 50 °C。试求:

- (1) 各层导热热阻;
- (2) 每米长蒸汽管道的散热损失;
- (3) 各层间的接触面温度。

$$(1) \quad R_1 = \frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2\pi \times 45} \ln \frac{160}{150} = 0.000228 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$$

$$R_2 = \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} = \frac{1}{2\pi \times 0.1} \ln \frac{240}{160} = 0.645 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$$

$$R_3 = \frac{1}{2\pi\lambda_3} \ln \frac{d_4}{d_3} = \frac{1}{2\pi \times 0.16} \ln \frac{340}{240} = 0.346 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$$

$$(2) \quad \Phi = \frac{t_{w1} - t_{w4}}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{400 - 50}{0.000228 + 0.645 + 0.346} = 353.1 \text{ W/m}$$

(3) 因为

$$\Phi = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{R_1} = \frac{t_{w2} - t_{w3}}{R_2} = \frac{t_{w3} - t_{w4}}{R_3}$$

↓

$$t_{w2} = t_{w1} - \Phi R_1 = 400 - 353.1 \times 0.000228 = 399.919^\circ\text{C}$$

$$t_{w3} = t_{w2} - \Phi R_2 = 399.919 - 353.1 \times 0.645 = 172.1695^\circ\text{C}$$