

ÇÖZÜM 1.

Bloktan olan ısı geçişi yazılarak bloğun toplam ısıl direnci bulunur.

$$Q_{blok} = \frac{T_1 - T_2}{R_{blok}}$$

$$7,5 = \frac{20 - (-2)}{R_{blok}} \rightarrow R_{blok} = 2,93 \text{ K/W}$$

Bloktaki parçaların ısıl dirençleri;

$$R_A = \frac{L_A}{k_A A_{blok}} = \frac{0,10}{1,5 \times 0,45 \times 1} = 0,148 \text{ K/W}$$

$$R_B = \frac{L_B}{k_B A_B} = \frac{0,19}{k_B \times 0,25 \times 1} = \frac{0,76}{k_B}$$

$$R_C = \frac{L_C}{k_C A_C} = \frac{0,08}{0,03 \times 0,20 \times 1} = 13,33 \text{ K/W}$$

$$R_D = \frac{L_D}{k_D A_D} = \frac{0,11}{0,7 \times 0,20 \times 1} = 0,785 \text{ K/W}$$

$$R_E = \frac{L_E}{k_E A_E} = \frac{0,07}{0,9 \times 0,45 \times 1} = 0,173 \text{ K/W}$$

114 Bölüm 2 Bir Boyutlu Isı İletimi

Paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci ve bloğun toplam ısıl direnci;

$$\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C + R_D} = \frac{k_B}{0,76} + \frac{1}{13,33 + 0,785} = 1,315 k_B + 0,0708$$

$$R_{es} = \frac{1}{1,315 k_B + 0,0708}$$

$$R_{blok} = R_A + R_{es} + R_E$$

Yukarıda bulunanlar yerlerine yazılarak B malzemesinin ısı iletim katsayısı bulunur.

$$2,93 = 0,148 + \frac{1}{1,315 k_B + 0,0708} + 0,173$$

$$k_B = 0,237 \text{ W/mK}$$

ÇÖZÜM 2.

170 Bölüm 3 Isı İletiminin Genel Denklemi ve Uygulamaları

Çözüm:

Kabuller: 1. Devamlı rejim, 2. Radyal yönde bir boyutlu iletim, 3. Özellikler sabit,
4. Işınım ihmal, 5. Kanatta ısı üretimi yok

a) Kanatsız durumda borudan geçen ısı miktarı;

$$Q_{boru} = hA_y(T_d - T_{\infty})$$

$$A_y = \pi \times D_i \times H = \pi \times 0,02 \times 1 = 0,062 \text{ m}^2$$

$$Q_{boru} = 40 \times 0,062 (85 - 25)$$

$$Q_{boru} = 148,8 \text{ W}$$

Kanatlı borudan olan ısı geçişi kanatsız dip kısımlardan olan ısı geçişi (Q_d) ile kanatlardan olan ısı (q_k) geçişlerinin toplamı olacağından;

$$Q_{top} = Q_d + Nq_k$$

Kanat sayısı N;

$$N = \frac{L}{t + \delta} = \frac{1}{0,0015 + 0,0025} = 250 \text{ adet}$$

Kanatsız dip kısımlardan olan ısı geçişi;

$$Q_d = hA_d(T_d - T_{\infty})$$

Kanatsız dip kısımların alanı A_d ;

$$A_d = A_y - NA_{k,d} = A_y - N\pi D_i t = 0,062 - 250 \times \pi \times 0,002 \times 0,0015 = 0,059 \text{ m}^2$$

$$Q_d = 40 \times 0,059(85 - 25) = 141,6 \text{ W}$$

Bir kanattan olan ısı geçişi;

$$Q_k = \eta_k hA_k(T_d - T_{\infty})$$

Kanat verimini grafiklerden bulabilmek için;

$$L = \frac{1}{2}(D_2 - D_1) = \frac{1}{2}(0,06 - 0,02) = 0,02 \text{ m (kanat yüksekliği)}$$

$$L_c = L + \frac{t}{2} = 0,02 + \frac{0,0015}{2} = 0,02075 \text{ m (düzeltilmiş kanat)}$$

$$r_{2c} = r_2 + \frac{t}{2} = 0,03 + \frac{0,0015}{2} = 0,03075 \text{ m}$$

$$A_p = L_c \times t = 0,02075 \times 0,0015 = 3,1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\frac{r_{2c}}{r_1} = \frac{0,03075}{0,01} = 3,075$$

$$L_c^{3/2} \sqrt{\frac{h}{kA_p}} = (0,02075)^{3/2} \sqrt{\frac{40}{45 \times 3,1 \times 10^{-5}}} = 0,50$$

Şekil 3.13 diyagramından $\eta_k = 0,77$

bulunur. Kanat dış yüzey alanı;

$$A_k = 2\pi(r_2^2 - r_1^2) + 2\pi r_2 t = 2\pi(0,03^2 - 0,01^2) + 2\pi(0,03 \times 0,0015) = 0,0053 \text{ m}^2$$

Bulunanlar yerlerine yazılırsa bir kanat için ısı geçişi;

$$Q_k = \eta_k h A_k (T_d - T_\infty) = 0,77 \times 40 \times 0,0053(85 - 25) = 9,79 \text{ W}$$

$$Q_k = 9,79 \text{ W}$$

Toplam ısı geçişi;

$$Q_{\text{top}} = Q_d + NQ_k = 141,6 + 250 \times 9,79$$

$$Q_{\text{top}} = 2589,1 \text{ W}$$

Kanat konulması ile olan ısı geçişindeki artış miktarı;

$$\Delta Q = Q_{\text{top}} - Q_{\text{boru}} = 2589,1 - 148,8 = 2440,3 \text{ W}$$

b) Kanat etkenlięi;

$$\varepsilon_k = \frac{q_k}{q_{k,d}}$$

$$q_{k,d} = h \times A_{k,d} (T_d - T_\infty) = h \times \pi \times D_1 \times t (T_d - T_\infty) = 40 \times \pi \times 0,02 \times 0,0015 (85 - 25) = 0,226 \text{ W}$$

$$\varepsilon_k = \frac{9,79}{0,226} = 43,3$$

Bu sonuçtan görüldüğü gibi kanat koymakla kanat dip kısmından olan ısı geçişi 46,15 kat artmıştır. **Toplam kanat etkenliği;**

$$\varepsilon_{\text{top}} = \frac{Q_{\text{top}}}{Q_{\text{boru}}} = \frac{2589,1}{148,8} = 17,39$$

Yorum: Bu sonuçtan da görülebileceği gibi kanatsız boru yerine kanatlı boru kullanmakla ısı geçişinde 17,39 kat artış sağlamıştır.

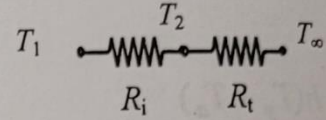
ÇÖZÜM 3.

222 Bölüm 3 Isı İletimini Genel Denklemi ve Uygulamaları

$$Q = V\dot{q} = \pi \frac{D_1^2}{4} L \dot{q} = \pi \frac{0,011^2}{4} 0,025 \times 6,5 \times 10^8$$

$$Q = 1543,4 \text{ W}$$

b) Borunun iç (T_1) ve dış yüzey sıcaklıkları (T_2);



$$Q = \frac{T_1 - T_\infty}{R_i + R_t} = \frac{T_1 - T_\infty}{\frac{1}{2\pi L k_2} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{2\pi L r_2 h}}$$

$$1543,4 = \frac{T_1 - 250}{\frac{1}{2\pi 0,025 \times 18} \ln \frac{0,85}{0,55} + \frac{1}{2\pi 0,025 \times 0,0085 \times 9500}}$$

$$T_1 = 609,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 2\pi L r_2 h (T_2 - T_\infty)$$

$$1543,4 = 2 \pi 0,025 \times 0,0085 \times 9500 (T_2 - 250)$$

$$T_2 = 371,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

c) Yakıt çubuğundaki en yüksek sıcaklık;

$$T_{\max} = T_1 + \frac{\dot{q}}{4k_1} r_1^2 = 609,3 + \frac{6,5 \times 10^8}{4 \times 2,6} (0,0055)^2$$

$$T_{\max} = 2499,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

ÇÖZÜM 4.

20°C hava için özellikler;

$$\rho = 1,204 \text{ kg/m}^3$$

$$c_p = 1007 \text{ J/kgK}$$

$$k = 0,02514 \text{ W/mK}$$

$$\nu = 1,516 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Pr = 0,7309$$

$$Ra = \frac{g \beta \Delta T D^3}{\nu^2} \cdot Pr$$

$$Ra = \frac{9,81 \cdot 1/353 \cdot 60 \cdot 0,08^3}{(1,516 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 0,7309 = 2,7 \cdot 10^6$$

$$Nu = \left[0,6 + \frac{0,387 \cdot Ra^{1/4}}{\left[1 + (0,559/Pr^{9/16}) \right]^{1/4}} \right]^2 = 20,47$$

$$Nu = h_2 D_2 / k$$

$$20,47 = h_2 \cdot 0,08 / 0,02514 \rightarrow h_2 = 6,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

80°C su için özellikler;

$$Re = \frac{v D_1}{\nu} = \frac{1 \cdot 0,07}{3,653 \cdot 10^{-7}} = 191623 > 2300 \text{ türbülanslı akış}$$

$$\nu = 3,653 \cdot 10^{-7}$$

$$Pr = 2,22$$

$$k = 0,67 \text{ W/mK}$$

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,3} = 491,5$$

$$Nu = h_1 D_1 / k \quad 491,5 = h_1 \cdot 0,07 / 0,67 \rightarrow h_1 = 4704,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\theta_1 = \frac{T_{a1} - T_{a2}}{\frac{1}{2\pi r_1 L h_1} + \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k L} + \frac{1}{2\pi r_2 L h_2}} = \frac{80 - 20}{\frac{1}{2\pi \cdot 0,035 \cdot 1 \cdot 4704,35} + \frac{\ln(0,04/0,035)}{2\pi \cdot 15 \cdot 1} + \frac{1}{2\pi \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 6,43}} = 103,02 \text{ W}$$

$$a) \theta = \frac{T_{a1} - T_1}{\frac{1}{2\pi r_1 L h_1}}$$

$$103,02 = \frac{80 - T_1}{\frac{1}{2\pi \cdot 0,035 \cdot 1 \cdot 4704,35}} \rightarrow T_1 = 79,9^\circ\text{C}$$

$$\theta = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k L}}$$

$$103,02 = \frac{79,9 - T_2}{\frac{\ln(0,04/0,035)}{2\pi \cdot 15 \cdot 1}} \rightarrow T_2 = 79,75^\circ\text{C}$$

$$b) \quad Ra = \frac{g \beta \Delta T D^3}{\nu^2} \cdot Pr$$

$$Ra = \frac{9.81 \cdot 1/353 \cdot 60 \cdot 0.12^3}{(1.516 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 0.7309 = 9.16 \cdot 10^6$$

$$Nu = \left[0.6 + \frac{0.387 \cdot Ra^{1/4}}{\left[1 + (0.559/Pr^{9/16}) \right]^{1/4}} \right]^2 = 29.28$$

$$Nu = h_2 D_2 / k$$

$$29.28 = h_2 \cdot 0.12 / 0.02316 \rightarrow h_2 = 6.11 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\begin{aligned} \dot{Q}_2 &= \frac{T_{a1} - T_{a2}}{\frac{1}{2\pi r_1 L h_1} + \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_y L} + \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_{\text{bau}} L} + \frac{1}{2\pi r_2 L h_2}} = \frac{80 - 20}{\frac{1}{2\pi \cdot 0.1035 \cdot 1.470 \cdot 35} + \frac{\ln(0.106/0.104)}{2\pi \cdot 0.104} + \frac{\ln(0.104/0.1035)}{2\pi \cdot 1} + \frac{1}{2\pi \cdot 0.106 \cdot 1 \cdot 6.11}} \\ &= 29.81 \text{ W} \end{aligned}$$