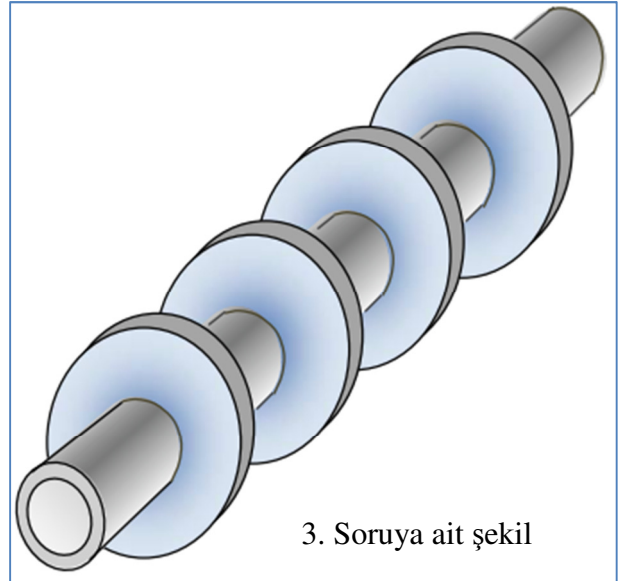


NOT: Kullandığınız formül ve tabloların no.ları ile sayfa numaralarını yazınız.

MAK 347 Isı Transferi Genel Sınav Soruları

- 1) Boyutları 80 cm × 120 cm olan resim şeklindeki bir ısıtıcı, duvara asılı olarak bulunmaktadır. Isıtıcı yüzey sıcaklığının ortalama değeri 45 °C olup ısıtılan ortamda sıcaklığın 20 °C olması istenmektedir. Isıtıcı yüzeyi ile ortam havası arasında ısı taşınım katsayısını 15 W/m²·K kabul ederek bir ısıtıcının verdiği ısıyı ve ısı ihtiyacı 5 kW olan bir salona kaç adet ısıtıcı konulması gerektiğini bulunuz. (25 puan)
- 2) Kalınlığı 30 mm olan çok geniş bir duvar içinde $\dot{q} = 3.4 \times 10^7$ W/m³ değerinde homojen olarak, sabit ısı üretimi bulunmaktadır. Duvar malzemesinin ısı iletim katsayısı 46 W/m·K'dir. Duvarın bir yüzeyindeki sıcaklık 75 °C, diğer yüzeyinde ise 25 °C'dir. Buna göre,
- a) En yüksek sıcaklığın, duvar orta düzlemine göre nerede oluştuğunu bulup, duvar içindeki sıcaklık dağılımını şematik olarak gösteriniz. (10 puan)
- b) Duvar içinde en yüksek sıcaklığın değerini bulunuz. (10 puan)
- c) Duvarın 75 °C sıcaklıktaki yüzeyi 35 °C sıcaklıkta bir akışkanla temas halinde olduğuna göre, bu yüzeydeki taşınım katsayısının değeri nedir? (10 puan)
- 3) Boyu 1 m ve dış çapı 32 mm olan bir borunun dışına 100 adet dikdörtgen kesitli dairesel kanatçık yerleştirilmiştir (şekile bakınız). Her bir kanatçığın dış çapı 72 mm ve kalınlığı ise 2 mm'dir. Borunun içinde 105 °C'de buhar yoğunlaşmaktadır. Boru dış yüzey sıcaklığı (Kanat taban sıcaklığı olarak düşünebilirsiniz), yaklaşık olarak buharın yoğunlaşma sıcaklığına eşit alınabilir. Kanatçıkların ve borunun dış yüzeyi ile ortam havası arasında ısı taşınım katsayısı 70 W/m²·K olduğuna göre bu kanatlı borudan 20 °C'lik ortama verilen ısıyı hesaplayınız. (Kanat malzemesi karbon çeliğidir, $k=62$ W/m·K) (25 puan)



- 4) Yarıçapı 12 mm olan küre şeklinde metal bir parça (bilya) 350 °C sıcaklıktaki bir fırın ile ısı dengede halindegken birden çıkartılıp 25 °C sıcaklığında su banyosuna daldırılmaktadır. Su ile bilya arasındaki ısı taşınım katsayısı 750 W/m²·K'dir. Metalin özellikleri, $k = 42$ W/m·K, $c = 434$ J/kg·K ve $\alpha = 11.4 \times 10^{-6}$ m²/s olduğuna göre, bilyanın 40 °C'ye kadar soğuması için gerekli süreyi hesaplayınız. (20 puan)

MAK 347 Isı Transferi Genel Sınav Soruları ve Cevapları

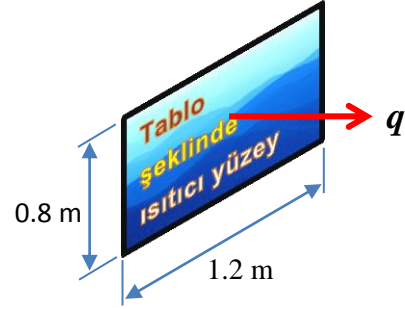
Cevap 1

- a) Sıcaklığı bilinen bir yüzeyden akışkan ortama ısı geçişi. Newton soğuma yasası geçerli olur.

Bir ısıtıcının verdiği ısı:

$$q = hA(T_s - T_\infty)$$

$$q = 15 (0.8 \times 1.2)(45 - 15) = 360 \text{ W}$$



Gerekli ısıtıcı sayısı = Toplam ısı ihtiyacı / Bir ısıtıcının gücü

$$\text{Gerekli ısıtıcı sayısı} = 5000 \text{ W} / 360 = 13.89 = 14 \text{ adet}$$

Gerekli ısıtıcı sayısı = 14 adet

Cevap 2

İçinde ısı üretimi bulunan ve iki yan yüzeyindeki sıcaklıklar birbirinden farklı olan düzlem duvar içinde, orta düzlemden geçen eksene göre sıcaklık dağılımı ifadesi:

$$T(x) = \frac{qL^2}{2k} \left(1 - \frac{x^2}{L^2} \right) + \frac{T_{s,2} - T_{s,1}}{2} \frac{x}{L} + \frac{T_{s,1} + T_{s,2}}{2}$$

$$T(x) = \frac{qL^2}{2k} - \frac{q}{2k} x^2 + \frac{T_{s,2} - T_{s,1}}{2L} x + \frac{T_{s,1} + T_{s,2}}{2}$$

- a) En yüksek sıcaklığın yeri, $\frac{dT}{dx} = 0$ yapan x değeridir.

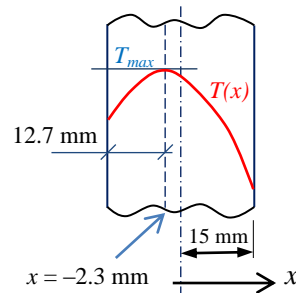
$$\frac{dT}{dx} = -\frac{q}{k} x + \frac{T_{s,2} - T_{s,1}}{2L} = 0$$

$$x = \frac{k}{q} \frac{T_{s,2} - T_{s,1}}{2L}$$

$$x = \frac{46}{3.4 \times 10^7} \frac{25 - 75}{0.030} = -0.0023 \text{ m}$$

$$x = -2.3 \text{ mm}$$

Duvar içinde sıcaklık dağılımı $T(x)$ eğrisi:



b) En yüksek sıcaklık değeri?

En yüksek sıcaklık değeri, sıcaklık dağılımı ifadesinde x yerine değeri yazılarak hesaplanabilir.
 $x = -2.3 \text{ mm} = -0.0023 \text{ m}$ için

$$T(x) = \frac{qL^2}{2k} \left(1 - \frac{x^2}{L^2} \right) + \frac{T_{s,2} - T_{s,1}}{2} \frac{x}{L} + \frac{T_{s,1} + T_{s,2}}{2}$$

$$T(x) = \frac{3.4^7 \times 0.015^2}{2 \cdot 46} \left(1 - \frac{-0.0023^2}{0.015^2} \right) + \frac{25 - 75}{2} \frac{-0.0023}{0.015} + \frac{25 + 75}{2}$$

$$T(x) = 83.152 \cdot 0.9765 + 3.8333 + 50 = 81.1979 + 53.8333$$

$$T(x) = 135.03 \text{ }^\circ\text{C}$$

c) 75 °C sıcaklıktaki yüzey ile, 35 °C sıcaklıktaki akışkan ortam arasındaki ısı taşınım katsayısı (h):

Sıcaklığın en yüksek olduğu düzlem adyabatik yüzey olarak ele alınarak, duvar bu düzleme göre L_A ve L_B kalınlığında iki ayrı duvar gibi düşünülebilir. Böyle olunca; L_A kalınlığında ve içinde q homojen ısı üretimi olan duvarın yüzeyinden çıkan ısı için:

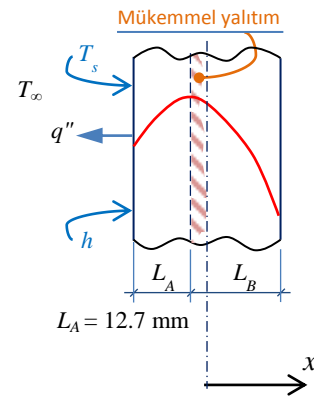
$$q'' = qL_A = h(T_s - T_\infty) \text{ W/m}^2$$

yazılabilir. Buradan,

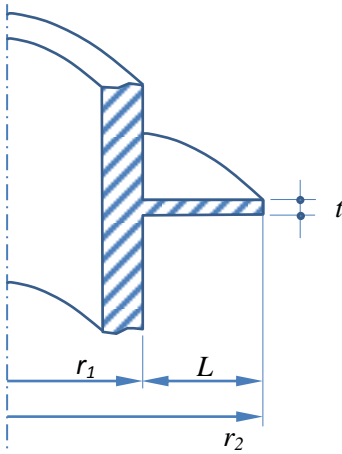
$$h = \frac{qL_A}{T_s - T_\infty} = \frac{3.4 \times 10^7 \cdot 0.0127}{75 - 35} = \frac{431800}{40} = 10795$$

olarak bulunur.

$$h \cong 10795 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

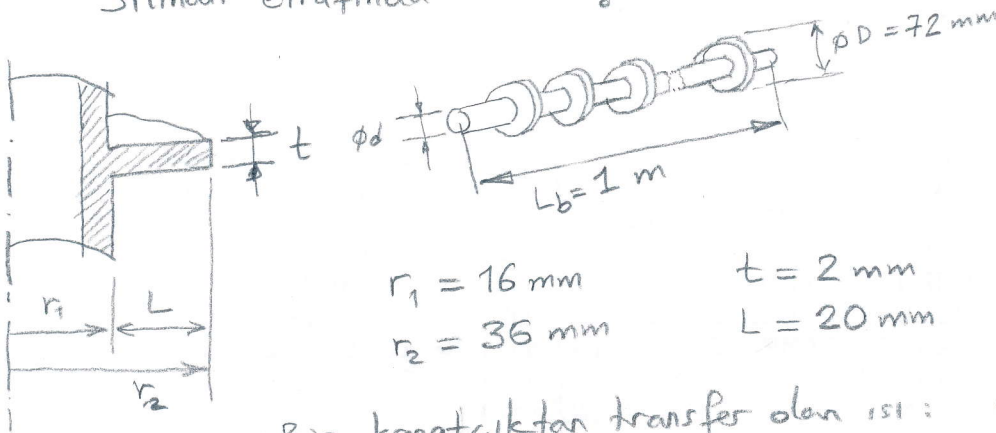
**Cevap 3**

Silindir etrafında dikdörtgen kesitli kanatçık ve taban alanından çıkan ısı soruluyor.



devamı elle yazıldı...

3) Silindirin etrafında dikdörtgen kenetli kontaklar.



$r_1 = 16 \text{ mm}$ $t = 2 \text{ mm}$
 $r_2 = 36 \text{ mm}$ $L = 20 \text{ mm}$

$N = 100$ adet

Bir kontaklıktan transfer olan ısı: $q_f = \eta_f q_{max}$

$q_{max} = h A_f (T_b - T_{\infty})$ $A_f = 2(\pi r_2^2 - \pi r_1^2) + 2\pi r_2 t$

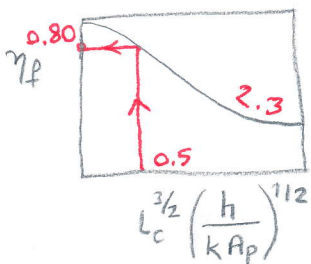
$A_f = 2\pi [(r_2^2 - r_1^2) + r_2 t] = 2\pi [(36^2 - 16^2) + 36 \cdot 2] = 6986,902 \text{ mm}^2$

$A_f = 6,9869 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$q_{max} = 70 \times 6,9869 \times 10^{-3} (105 - 20) = 41,572 \text{ W}$

$q_{max} \approx 41,57 \text{ W}$

$\eta_f = ?$ Şekil 3.19, Sayfa 132'den bulunabilir.



Yatay eksen: $L_c^{3/2} \left(\frac{h}{k A_f} \right)^{1/2}$

$L_c = L + \frac{t}{2} = 20 + \frac{2}{2} = 21 \text{ mm}$

Parametre r_{2c}/r_1

$r_{2c} = r_2 + \frac{t}{2} = 36 + \frac{2}{2} = 37 \text{ mm}$

$A_f = L_c \cdot t = 21 \cdot 2 = 42 \text{ mm}^2$

$L_c^{3/2} \left(\frac{h}{k A_f} \right)^{1/2} = (0,021)^{3/2} \left(\frac{70}{62 \cdot 42 \times 10^{-6}} \right)^{1/2} = 3,0432 \times 163,9565 = 0,499 \approx 0,5$

$r_{2c}/r_1 = \frac{37}{16} = 2,3125 \approx 2,3$

$\eta_f \approx 0,80$

(Şekil 3.19 Sayfa 132)

$q_f = \eta_f \cdot q_{max} = 0,80 \times 41,57 = 33,256 \text{ W}$

$q_f = 33,256 \text{ W}$

100 adet kontaklıktan çıkan ısı: $q_{f,t} = 100 \times q_f = 100 \times 33,256 = 3325,6 \text{ W} = q_{f,t}$

Kanatsız taban alanından çıkan ısı: $q_b = h A_b (T_b - T_{\infty})$

$A_b = 2\pi r_1 (L_b - N \cdot t) = 2\pi (0,016) (1000 - 100 \cdot 2) \times 10^{-3} = 0,08042 \text{ m}^2 = A_b$

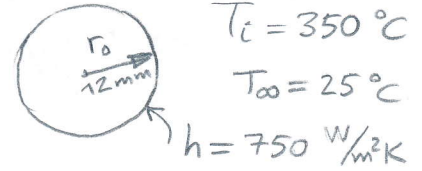
$q_b = 70 \times 0,08042 \times (105 - 20) = 478,499 \text{ W} \Rightarrow q_b \approx 478,5 \text{ W}$

Kanatsızlık yüzeyin tamamından geçen ısı = $q_t = q_{f,t} + q_b = 3325,6 + 478,5$

$q_t = 3804 \text{ W}$

4) Zamana bağlı ısı iletimi:
(Toplam kütle yaklaşımı) \rightarrow (Diğer konular işlenemediğinden)

Bilyanın 40°C 'ye kadar soğuması için geçmesi gereken süre soruluyor.



$$t = \frac{\rho V c}{h A_s} \ln \frac{\theta_i}{\theta}$$

$$\frac{V}{A} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_0^3}{4\pi r_0^2} = \frac{r_0}{3}$$

$$\theta_i = T_i - T_\infty$$

$$\theta = T - T_\infty$$

$$t = \frac{\rho c r_0}{3h} \ln \frac{T_i - T_\infty}{T - T_\infty}$$

$$\alpha = \frac{k}{\rho c} \Rightarrow \rho = \frac{k}{\alpha c}$$

$$\rho = \frac{42}{11.4 \times 10^{-6} \cdot 434} = 8488.96 \text{ kg/m}^3 \approx 8489 \text{ kg/m}^3$$

$$t = \frac{8489 \cdot 434 \cdot 0.012}{3 \cdot 750} \ln \frac{350 - 25}{40 - 25} = 19.6492 \cdot \ln \frac{325}{15} = 19.6492 \times 3.07577$$

$$t = 60.44 \text{ s}$$

$$k = 42 \text{ W/m}\cdot\text{K} \quad \alpha = 11.4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$c = 434 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

Soruda verilmiş değerler.