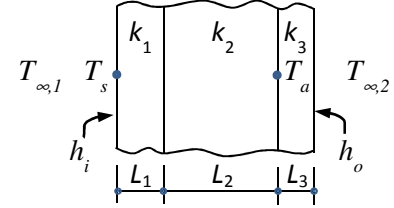


NOT: Kullandığınız formül ve tabloların no.ları ile sayfa numaralarını yazınız.

MAK 347 Isı Transferi Arasınnav Soruları

1) İki tarafında sıva bulunan tuğla bir duvarın şekli yanda ve şekilde görülen büyüklüklerin değerleri de aşağıdaki tabloda verilmiştir. Verilmeyen değerleri ilgili tablolardan alarak,

- Duvarın birim alanından, birim zamanda geçen ısı miktarını hesaplayınız. (20 puan)
- Duvarın içi yüzey sıcaklığını (T_s). (10 puan)
- Dış sıva ile tuğla ara yüzey sıcaklığını (T_a) bulunuz. (10 puan)



Adı	Değeri	Birimi
$T_{\infty,1}$	22	°C
$T_{\infty,2}$	-3	°C
Alçı taşı-kum sıva için k_1	0.22	W/m·K
Çimento-kum sıva için k_3	0.72	W/m·K
L_1	2	cm
L_2 (30 cm içi boş tuğla)	30	cm
L_3	1.5	cm
h_i	8	W/m ² ·K
h_o	22	W/m ² ·K

NOT: Bu sorunun cevabında, gidiş yolu doğru olsa dahi, sonuçlar doğru değilse puan verilmez.

2) Bölgesel ısıtma sisteminde kullanılacak; dış çapı 323 mm ve iç çapı 304 mm olan bir borunun içinden ortalama 80 °C sıcaklıkta su akacaktır. Borunun birim boyundan ısı kaybının, yalıtımsız haldeki ısı kaybının en fazla %10'u olması istenmektedir. Buna göre borunun dışına yapılması gereken yalıtımın kalınlığı ne olmalıdır? Boru malzemesinin ısı iletim katsayısı 52 W/m·K, yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı 0.036 W/m·K, boru iç yüzeyindeki taşınım katsayısı 1275 W/m²·K, dış yüzeyindeki (yalıtımlı ve yalıtımsız durumda) ısı taşınım katsayısı 25 W/m²·K ve borunun bulunduğu ortamın sıcaklığı 0 °C'dir. (30 puan)

3) Kalınlığı 20 mm olan çok geniş bir metal duvar içinde $\dot{q}=3.0 \times 10^7$ W/m³ değerinde sabit ısı üretimi bulunmaktadır. Isı iletim katsayısı 48 W/m·K olan bir metalden yapılmış bu duvarın; bir yüzeyindeki sıcaklık 127 °C, diğer yüzeyinde ise 27 °C'dir. Buna göre,

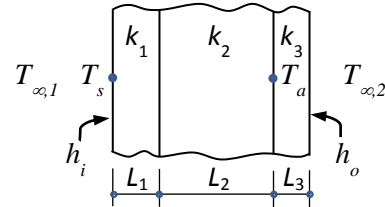
- Duvar içinde en yüksek sıcaklığın nerede oluştuğunu bulup, duvar içindeki sıcaklık dağılımını şematik olarak gösteriniz. (15 puan)
- Duvarın 127 °C sıcaklıktaki yüzeyi 75 °C sıcaklıkta bir akışkanla temas halinde olduğuna göre, bu yüzeydeki taşınım katsayısının değeri nedir? (15 puan)

MAK 347 Isı Transferi Arasınava Soruları Cevapları

Cevap 1

a) Sürekli rejimde, bir boyutlu ısı transferi...

$$q'' = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{h_i} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} + \frac{1}{h_o}}$$



$$q'' = \frac{22 - (-3)}{\frac{1}{8} + \frac{0.02}{0.22} + \frac{0.30}{0.69} + \frac{0.015}{0.72} + \frac{1}{22}} = \frac{22 - (-3)}{0.125 + 0.90901 + 0.43478 + 0.02083 + 0.04545} \frac{W}{m^2}$$

$$q'' = \frac{25}{0.71698} = 34.87 \frac{W}{m^2} \quad q'' = 34.87 \frac{W}{m^2}$$

b) Sürekli rejim olduğuna göre:

$$q'' = \frac{T_{\infty,1} - T_s}{\frac{1}{h_i}} = \frac{T_a - T_{\infty,2}}{\frac{L_3}{k_3} + \frac{1}{h_o}}$$

yazılabilir.

$$T_s = T_{\infty,1} - \frac{q''}{h_i} = 22 - \frac{34,87}{8} = 17.64 \text{ °C} \quad \rightarrow \quad T_s = 17.64 \text{ °C}$$

c) (b) Şıkkında olduğu gibi

$$q'' = \frac{T_a - T_{\infty,2}}{\frac{L_3}{k_3} + \frac{1}{h_o}} \quad \rightarrow \quad T_a = q'' \left(\frac{L_3}{k_3} + \frac{1}{h_o} \right) + T_{\infty,2}$$

$$T_a = 34.87 \left(\frac{0.015}{0.72} + \frac{1}{22} \right) + (-3) = 34.87 (0.02083 + 0.04545) - 3 = -0.689 \text{ °C}$$

$$T_a \cong -0.69 \text{ °C}$$

Cevap 2

Önce yalıtımsız durumda borudan kaybolan ısı hesaplanıp sonra bunun %10'u, geçen ısı olarak alınması gerekir.

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{2\pi r_1 L h_i} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi L k_b} + \frac{1}{2\pi r_2 L h_o}}$$

$$q = \frac{2\pi L T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{r_1 h_i} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{k_b} + \frac{1}{r_2 h_o}}$$

$$\frac{q}{L} = q' = \frac{2\pi T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{r_1 h_i} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{k_b} + \frac{1}{r_2 h_o}}$$

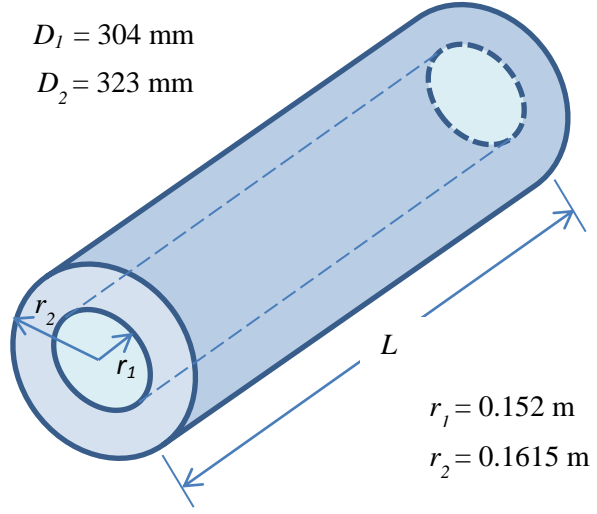
$$q' = \frac{2\pi \cdot 80 - 0}{\frac{1}{0.152 \times 1275} + \frac{\ln \frac{0.1615}{0.152}}{52} + \frac{1}{0.1615 \times 25}} = \frac{502.65}{5.15996 \times 10^{-3} + 1.16586 \times 10^{-3} + 0.24768}$$

$$q' = \frac{502.65}{5.15996 \times 10^{-3} + 1.16586 \times 10^{-3} + 0.24768} = \frac{502.65}{0.254006} = 1978.89 \frac{W}{m}$$

$$q'_{izin verilen} = 0.10 \times q' = 0.10 \times 1978.89 = 197.89 \cong 198 \frac{W}{m}$$

$$D_1 = 304 \text{ mm}$$

$$D_2 = 323 \text{ mm}$$



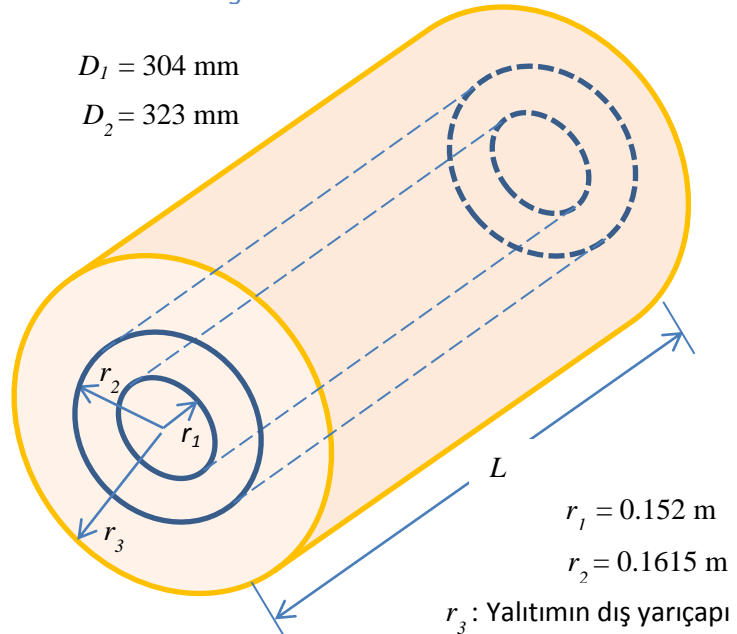
$$r_1 = 0.152 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.1615 \text{ m}$$

Yalıtımlı borunun gösterimi:

$$D_1 = 304 \text{ mm}$$

$$D_2 = 323 \text{ mm}$$



$$r_1 = 0.152 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.1615 \text{ m}$$

r_3 : Yalıtımın dış yarıçapı

$\delta = r_3 - r_2$: Yalıtım kalınlığı

$$q' = q'_{izin\ verilen} = \frac{2\pi T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{r_1 h_i} + \frac{\ln r_2}{k_b r_1} + \frac{\ln r_3}{k_y r_2} + \frac{1}{r_3 h_o}} = \frac{2\pi 80 - 0}{5.15996 \times 10^{-3} + 1.16586 \times 10^{-3} + \frac{\ln r_3}{0.036} + \frac{1}{25r_3}}$$

$$q'_{izin\ verilen} = \frac{2\pi 80 - 0}{5.15996 \times 10^{-3} + 1.16586 \times 10^{-3} + \frac{\ln r_3}{0.036} + \frac{1}{25r_3}}$$

$$198 = \frac{502.65}{6.32582 \times 10^{-3} + \frac{\ln r_3}{0.036} - \frac{\ln r_2}{0.036} + \frac{1}{25r_3}} = \frac{502.65}{6.32582 \times 10^{-3} - \frac{\ln 0.1615}{0.036} + \frac{\ln r_3}{0.036} + \frac{1}{25r_3}}$$

$$198 = \frac{502.65}{50.652 + \frac{\ln r_3}{0.036} + \frac{1}{25r_3}}$$

$$50.652 + \frac{\ln r_3}{0.036} + \frac{1}{25r_3} = \frac{502.65}{198} = 2.5386$$

$$\frac{\ln r_3}{0.036} + \frac{1}{25r_3} = \frac{502.65}{198} - 50.652 = -48.1134$$

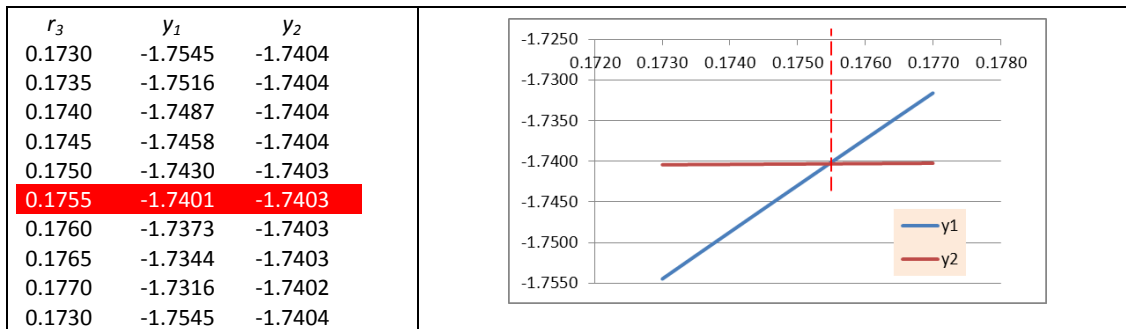
$$\ln r_3 + \frac{1.44 \times 10^{-3}}{r_3} = -1.7321$$

$$\ln r_3 = -\frac{1.44 \times 10^{-3}}{r_3} - 1.7321$$

Bu son eşitliği sağlayacak r_3 değeri, istenen yalıtım yarıçapını verecektir.

r_3 'ün bulunması:

Eşitliğin her iki tarafını r_3 'ün fonksiyonu olarak aynı eksen takımı üzerinde çizip, eğrilerin kesiştiği yerin bulunması yeterlidir. MS Excel'de yapılmış çözüm aşağıda görülmektedir.



Buna göre $r_3 \cong 0.1755$ m olmaktadır.

Dolayısıyla yalıtım kalınlığı $\delta = r_3 - r_2$

$$\delta = 0.1755 - 0.1615 = 0.014 \text{ m}$$

olarak bulunur.

$$\delta = 0.014 \text{ m} = 14 \text{ mm}$$

Cevap 3

İçinde ısı üretimi olan ve iki yan yüzeyindeki sıcaklıklar birbirinden farklı olan düzlem duvarda sıcaklık dağılımı:

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

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

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

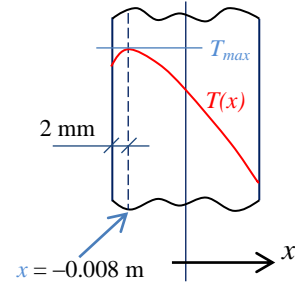
$$\frac{dT}{dx} = -\frac{q}{k} x + \frac{T_{s,2} - T_{s,1}}{2L} = 0$$

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

$$x = \frac{32}{3 \times 10^7} \frac{27 - 127}{0.020} = -0.008 \text{ m}$$

$$x = -0.008 \text{ m}$$

Duvar içinde sıcaklık dağılımı:



b) 127 °C sıcaklıktaki yüzeyden, 75 °C sıcaklıktaki akışkana transfer olan ısı için taşınım katsayısı (h):

Sıcaklığın en yüksek olduğu düzlem adyabatik yüzey olarak ele alınırsa; L_A kalınlığında ve içinde q ısı üretimi olan duvarın yüzeyinden çıkan ısı için:

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

yazılabilir.

$$h = \frac{qL_A}{T_s - T_\infty} = \frac{3 \times 10^7 \cdot 0.002}{127 - 75} = \frac{60000}{52} = 1153.8$$

$$h \cong 1154 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

