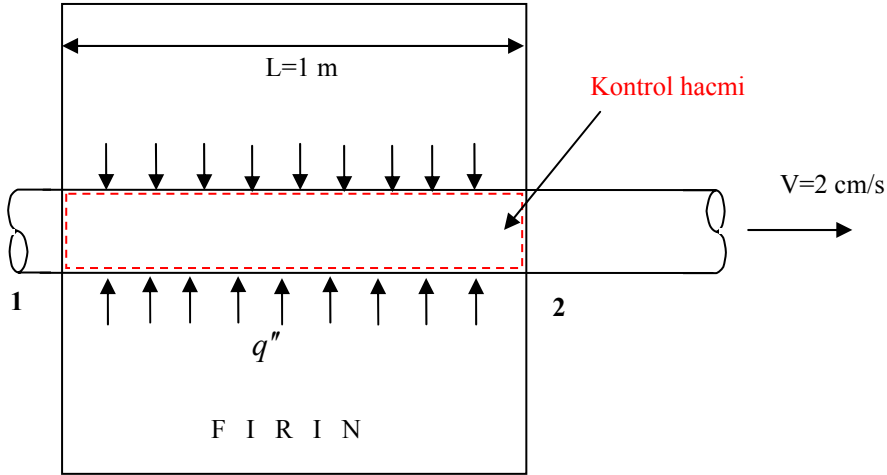


MAK 311 – ISI GEÇİŞİ

UYGULAMA 1

Soru 1. Çapı 10 mm olan 20°C sıcaklığındaki karbonlu çelik bir çubuk, 2 cm/s hızıyla, q'' ısı akısıyla ısıtıldığı bir tavama fırınına girmektedir. Fırının uzunluğunun 1 m olduğu ve fırından çıkışta demir çubuğun sıcaklığının 750°C olması istendiğine göre q'' [W/m²] ısı akısı ne olmalıdır? Fırın içinde sıcaklık değişimini veren bağıntıyı tayin ediniz. (K: A.Öztürk, H. Yavuz Isı Işınımı)

ÇÖZÜM



Kabuller

- Radyal doğrultuda sıcaklık üniform
- Özelikler sabit
- Sürekli rejim (zamanla değişim yok)

İstenen : fırın içindeki sabit ısı akısı

Özelikler :

$$\rho=7854 \text{ kg/m}^3, c_p=c=434 \text{ J/kg-K}$$

Kontrol Hacmi : fırın içinde kalan çubuk hacmi

Enerjinin korunumu genel ifade

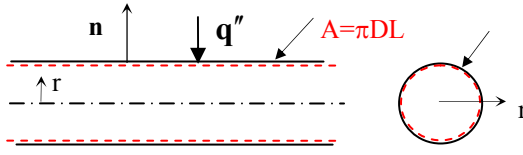
$$\left(\frac{dE}{dt} \right)_{KH} + \sum_{\text{çıkış}} \dot{m}(e + Pv) - \sum_{\text{giren}} \dot{m}(e + Pv) = - \int_A \vec{q}'' \cdot \vec{n} dA - \dot{W}_A + \int_V \dot{q} dV$$

Kontrol hacmi giriş çıkış kesitlerine göre kütle korunumundan $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m} = \rho AV$ olup

KE=PE=0, $d/dt=0$, $\dot{W}_A = 0$, $\dot{q} = 0$ kabulleri altında enerjinin korunumu denklemi

$$\dot{m}(h_2 - h_1) = - \int_A \vec{q}'' \cdot \vec{n} dA$$

Kontrol hacmi yüzeyinde ısı geçişi



$$-\int_A \vec{q}'' \cdot \mathbf{n} dA = -\int_A (-q'') dA = q'' A$$

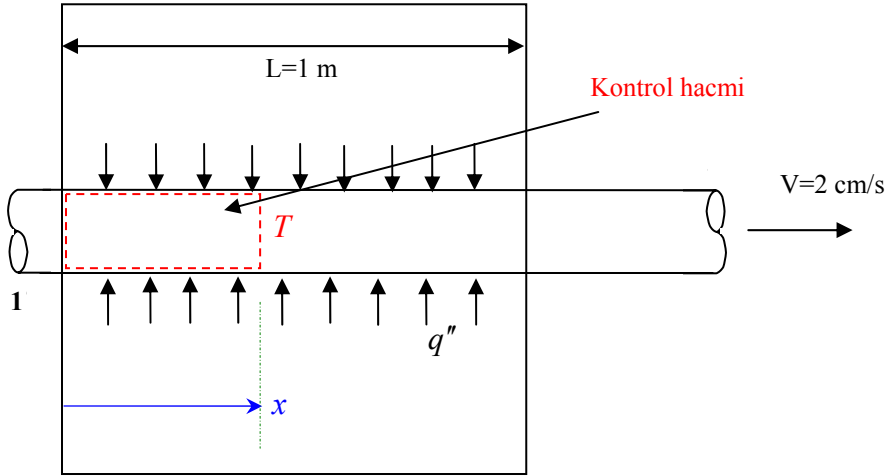
[Not: r-doğrultusuna göre $\mathbf{n} = \mathbf{e}_r$, ve $\mathbf{q}'' = -q'' \mathbf{e}_r$ olduğundan $\mathbf{q}'' \cdot \mathbf{n} = -q'' \mathbf{e}_r \cdot \mathbf{e}_r = -q''$]
Diğer taraftan kontrol hacmine giren ısıнын işareti zaten pozitif alınmaktaydı.

$dh = c dT$ olduğu da göz önüne alınırsa

$$\rho \frac{\pi D^2}{4} V c (T_2 - T_1) = q'' \pi D L$$

$$q'' = \rho \frac{D}{4L} V c (T_2 - T_1) = 7854 \frac{0.01}{(4)(1)} (0.02)(434)(750 - 20) = 124.4 \text{ kW} / \text{m}^2$$

Şimdi Kontrol hacmi olarak girişten bir x-mesafesine kadar olan çubuğu seçelim



Bu durumda enerji denklemi $\rho \frac{\pi D^2}{4} V c (T - T_1) = q'' \pi D x$ olur. Buradan sıcaklığın x ile değişimi

$$T = T(x) = T_1 + \frac{4q''}{\rho D c V} x$$

Sorunun devamı : Aynı şartlarda fırından çıkan çelik çubuğun, taşınım ve ışımla soğuduğu durumu göz önüne alın. Isı taşınım katsayısı $h=20 \text{ W/m}^2\text{-K}$, yüzeyin ışımlı yayma katsayısı $\epsilon=0.7$ ve fabrika duvar sıcaklıkları ile ortam havasının 300 K olduğu durum için radyal doğrultudaki sıcaklığı uniform kabul ederek problemin formülasyonunu yeniden yapınız. Fırından çıkıştan kaç metre sonra çubuğun sıcaklığı 310 K sıcaklığa düşer?