



GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Department of Food Engineering

Isı ve Kütle Transferi Çalışma Soruları

Dersin Adı: GM 204 – Isı ve Kütle Transferi

Dersin Hocası: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

atauni.edu.tr    Atauni1957



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

• Örnek 1:

İç çapı 2,5cm olan yatay bir boruda 0,02kg/s'lik debide akmakta olan su 20°C'den 60°C'ye ısıtılmaktadır. Borunun iç yüzey sıcaklığı 90°C olduğuna göre boru uzunluğunu 1m kabul ederek konvektif ısı transfer katsayısının değerini tespit ediniz.

Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

• Çözüm 1:

$$\dot{m} = 0,02 \text{ kg/s}$$

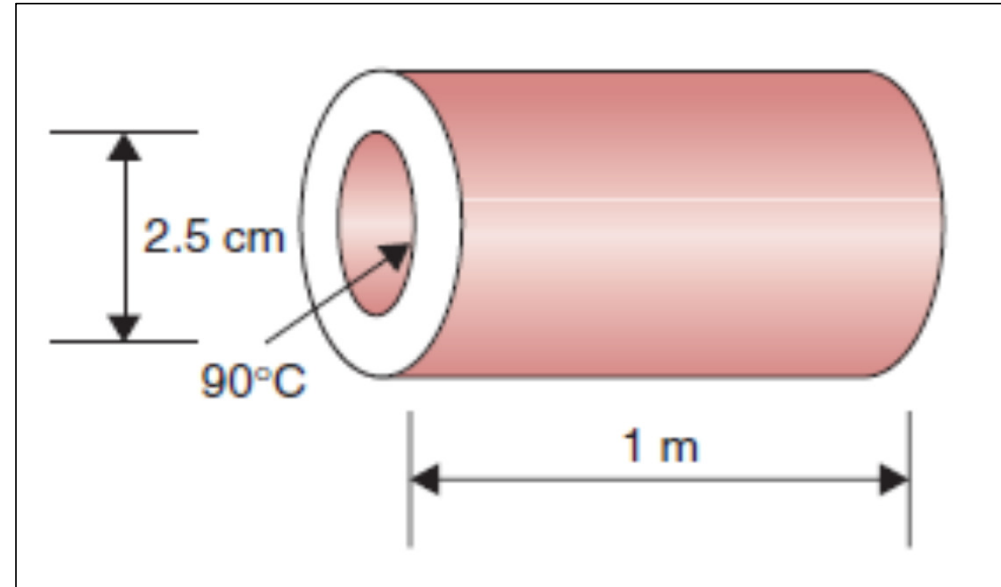
$$T_i = 20^\circ\text{C}$$

$$T_e = 60^\circ\text{C}$$

$$D = 2,5\text{cm} = 0,025\text{m}$$

$$T_s = 90^\circ\text{C}$$

$$L = 1\text{m}$$





Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$T_{\infty} = \frac{T_i + T_e}{2} = \frac{20 + 60}{2} = 40^{\circ}\text{C}$$

Akışkan özellikleri 40°C için dikkate alınacaktır (Tablo A. 2.):

$$\rho = 992,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 4,175 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$k = 0,633 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$\mu_b = 658,026 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}$$



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$N_{Re} = \frac{4\dot{m}}{\mu\pi D} = \frac{(4)(0,02 \text{ kg/s})}{(658,026 \times 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s})(\pi)(0,025\text{m})} = 1547,9$$

$$N_{Re} = 1547,9 < 2100 \Rightarrow \text{akış laminar}$$

$$N_{Pr} = \frac{\mu C_p}{k} = \frac{(658,026 \times 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s})(4,175 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})}{(0,633 \text{ W/m}^\circ\text{C})} \cdot \frac{1000\text{J}}{1\text{kJ}} = 4,3$$



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$\left(N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L} \right) = \left(1547,9 \times 4,3 \times \frac{0,025m}{1m} \right) = 166,39 > 100 \text{ olduğundan;}$$

$$N_{Nu} = 1,86 \left(N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L} \right)^{0,33} \left(\frac{\mu_b}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Burada; μ_w (90°C'de) = $308,909 \times 10^{-6}$ Pa.s olarak alınacaktır.



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$N_{Nu} = 1,86 \left(1547,9 \times 4,3 \times \frac{0,025m}{1m} \right)^{0,33} \left(\frac{658,026 \times 10^{-6} Pa.s}{308,909 \times 10^{-6} Pa.s} \right)^{0,14} = 11,2$$

$$N_{Nu} = \frac{hD}{k} \Rightarrow 11,2 = \frac{h(0,025m)}{0,633 W/m^{\circ}C}$$

$$\Rightarrow h = 284 W/m^2^{\circ}C$$



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

- **Örnek 2:**

Örnek 1'de verilen suyun akış debisi diğer şartlar sabit tutularak 0,02kg/s'den 0,2kg/s'ye artırılırsa konvektif ısı transfer katsayısının değeri ne olur?



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$N_{Re} = \frac{4\dot{m}}{\mu\pi D} = \frac{(4)(0,2 \text{ kg/s})}{(658,026 \times 10^{-6} \text{ Pa.s})(\pi)(0,025\text{m})} = 15479$$

$$N_{Re} = 15479 > 10000 \Rightarrow \text{akış turbilant}$$

$$N_{Nu} = 0,023(N_{Re})^{0,8} \times (N_{Pr})^{0,33} \left(\frac{\mu_b}{\mu_w}\right)^{0,14}$$



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$N_{Nu} = 0,023(15479)^{0,8} \times (4,3)^{0,33} \left(\frac{658,026 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}}{308,909 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}} \right)^{0,14} = 93$$

$$N_{Nu} = \frac{hD}{k} \Rightarrow 93 = \frac{h(0,025\text{m})}{0,633 \text{ W/m}^\circ\text{C}}$$

$$\Rightarrow h = 2355 \text{ W/m}^2\text{°C}$$



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

• Örnek 3:

Bir bezelye yığınının 90°C'deki havanın geçirilmesi durumunda meydana gelecek konvektif ısı transferi için konvektif ısı transfer katsayısının değeri ne olur? Bezelye yüzey sıcaklığının 30°C olduğu kabul edilecektir. Her bir bezelyenin çapı 0,5cm, hava akış hızı ise 0,3 m/s'dir.



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$\bar{u} = 0,3 \text{ m/s}; T_s = 30^\circ\text{C}; T_\infty = 90^\circ\text{C}; D = 0,5 \text{ cm} = 0,005 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{30 + 90}{2} = 60^\circ\text{C}$$

Akışkan özellikleri 60°C için dikkate alınacaktır (Tablo A. 4. 4):

$$\rho = 1,025 \text{ kg/m}^3; C_p = 1,017 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}; k = 0,0279 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\mu_b = 19,907 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}; N_{Pr} = 0,71 \text{ olarak belirlenir.}$$



Konvektif Isı Transfer Katsayısının Belirlenmesi

$$N_{Re} = \frac{\rho \bar{u} D}{\mu} = \frac{(1,025 \text{ kg/m}^3)(0,3 \text{ m/s})(0,005 \text{ m})}{(19,907 \times 10^{-6} \text{ Pa.s})} = 77,2$$

$$N_{Nu} = 2 + 0,60(N_{Re})^{0,5} \times (N_{Pr})^{0,33} \begin{cases} 1 < N_{Re} < 70000 \\ 0,6 < N_{Pr} < 400 \end{cases}$$

$$N_{Nu} = 2 + 0,60(77,2)^{0,5} \times (0,71)^{0,33} = 6,71$$

$$N_{Nu} = \frac{hD}{k} = 6,71 = \frac{h(0,005 \text{ m})}{(0,0279 \text{ W/m}^{\circ}\text{C})} \Rightarrow h = 37 \text{ W/m}^2\text{}^{\circ}\text{C}$$