



GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Department of Food Engineering

Isı ve Kütle Transferi Ders Sunumu

Dersin Adı: GM 204 – Isı ve Kütle Transferi

Dersin Hocası: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

atauni.edu.tr    Atauni1957



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

- **Konvektif ısı transfer katsayısının (h) hesaplanması
(Zorlanmış Konveksiyon)**

Sonuçta, konvektif ısı transfer katsayısının (h) hesaplanmasında N_{Re} , N_{Pr} ve N_{Nu} boyutsuz sayıları kullanılarak, farklı şartlar için farklı deneysel korelasyonlar geliştirilmiştir. Deneysel korelasyonları kullanarak konvektif ısı transfer katsayılarının hesaplanmasında şu yöntem izlenebilmektedir:



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

1. Akış geometrisinin tanımlanması: İlk aşama akışkanla temas halindeki katı yüzeyinin geometrik şeklinin ve boyutlarının tanımlanmasıdır. Örneğin, bir boru, küre, dikdörtgen kanal veya bir dikdörtgen plaka şekli mi? Akışkan bir boru içerisinde mi yoksa yüzeyi üzerinde mi akmaktadır?



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

2. Akışkanın tanımlanması ve özelliklerinin belirlenmesi: *ikinci aşama akışkanın tipinin tespit edilmesidir. Örneğin, su, hava veya sıvı bir gıda mıdır? Daha sonra katı yüzeyinden uzaktaki ortalama akışkan sıcaklığı belirlenir. Giriş ve çıkış sıcaklıklarının farklı olduğu durumlarda, örneğin bir ısı değiştiricide, ortalama akışkan sıcaklığı şu şekilde hesaplanmalıdır:*



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

$$T_{\infty} = \frac{T_i + T_e}{2}$$

T_{∞} = Ortalama akışkan sıcaklığı

T_i = Akışkanın ortalama giriş sıcaklığı

T_e = Akışkanın ortalama çıkış sıcaklığı



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Ortalama akışkan sıcaklığı kullanılarak;

viskozite, yoğunluk ve termal iletkenlik gibi akışkanın fiziksel ve termal özellikleri, uygun tablolardan yararlanılarak ve birimlere dikkat edilerek belirlenir.



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

3. Reynolds Sayısının hesaplanması: Akışkanın hızı, akışkanın özellikleri ve akışkanla temas halindeki objenin karakteristik boyutu kullanılarak Reynolds sayısı hesaplanır. Reynolds sayısı akışın laminar, geçiş veya türbilant akışlardan hangisi olduğunu belirlemek için kullanılır. Bu bilgi uygun deneysel korelasyonun seçimi için gereklidir.



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

4. Uygun deneysel korelasyonun seçimi: 1. ve 3. aşamalardan elde edilen bilgiler kullanılarak deneysel bir korelasyon seçilir. Bu korelasyon kullanılarak önce N_{Nu} hesaplanır, daha sonra da N_{Nu} kullanılarak konvektif ısı transfer katsayısı belirlenir.



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

- *Zorlanmış konveksiyonda, bir elektrik fanı, pompa veya karıştırıcı gibi dış bir mekanik ekipman kullanılarak akışkan katı bir yüzey üzerinde harekete zorlanır. Boyutsuz sayılar arasındaki genel korelasyon şu şekildedir:*

$$N_{Nu} = f(N_{Re}, N_{Pr})$$

Akışın karakteristiğine bağlı olarak zorlanmış konveksiyon için aşağıdaki korelasyonlar kullanılabilir:



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

➤ **Borularda Laminer Akış ($N_{Re} \leq 2100$) için;**

$$\left(N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L}\right) < 100 \Rightarrow N_{Nu} = 3,66 + \frac{0,085 \times \left(N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L}\right)}{1 + 0,045 \times \left(N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L}\right)^{0,66}} \times \left(\frac{\mu_b}{\mu_w}\right)^{0,14}$$

$$\left(N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L}\right) > 100 \Rightarrow N_{Nu} = 1,86 \times \left(N_{Re} \times N_{Pr} \times \frac{D}{L}\right)^{0,33} \times \left(\frac{\mu_b}{\mu_w}\right)^{0,14}$$



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

➤ **Borularda Geçiş Akışı ($2100 < N_{Re} < 10000$) için;**

$$N_{Nu} = \frac{(f/8) \times (N_{Re} - 1000) \times N_{Pr}}{1 + 12,7 \times (f/8)^{0,5} \times (N_{Pr}^{0,66} - 1)} \quad \text{ve} \quad f = \frac{1}{(0,79 \times \ln N_{Re} - 1,64)^2}$$



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

➤ **Borularda Türbülant Akış ($N_{Re} \geq 10000$) için;**

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



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Eşitliklerde yer alan;

D = Karakteristik boyut, borunun iç çapı (m)

L = Borunun uzunluğu (m)

μ_b = Ortalama akışkan sıcaklığındaki dinamik viskozite (kg/ms, Pa.s)

μ_w = Borunun yüzey sıcaklığındaki dinamik viskozite (kg/ms, Pa.s)

Not: Eşitliklerdeki diğer tüm fiziksel ve termal özellikler ortalama akışkan sıcaklığında dikkate alınır.



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

➤ ***Daldırılmış Cisimlerden Geçerek Gerçekleşen Akış için;***

Bazı uygulamalarda akışkan hareketi akışkana daldırılmış cisimlerden geçerek gerçekleşmektedir. Böyle durumlarda ısı transferi, cismin geometrik şekline, nispi pozisyonuna, diğer cisimlerin yakınlığına, akış hızına ve akışkanın özelliklerine bağlıdır. Tek bir küresel cismin daldırma ile ısıtılması veya soğutulması esnasında şu eşitlik kullanılır:



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

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

Burada karakteristik boyut olan D kürenin dış çapıdır (m) ve akışkan özellikleri film sıcaklığı olan T_f 'de değerlendirilir.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2}$$

T_s = Küresel cismin yüzey sıcaklığı

T_∞ = ortalama akışkan sıcaklığı