



ISI TEKNIĞİ LABORATUARI-1

Deney Sorumlusu ve Uyg. Öğr. El.

Prof. Dr. Cengiz YILDIZ

Prof. Dr. Yaşar BİÇER

Prof. Dr. Ebru AKPINAR

Yrd. Doç. Dr. Gülşah ÇAKMAK

Arş. Gör. Sinan KAPAN

ISI DEĞİŞTİRGEÇİ DENEY DÜZENEGİ

Deneyin Amacı : Aynı yönlü paralel, zıt yönlü paralel ve karışık akışlı ısı değiştirgeçlerde akışkanın giriş ve çıkış sıcaklıklarından faydalanarak borularda zorlanmış ısı transferinin incelenmesi ve ısı değiştirgeçlerinde etkinlik değerinin tayini ve kıyaslanması.

ISI DEĞİŞTİRGEÇLERİ

Isı değiştirgeçleri farklı sıcaklıktaki iki akışkan arasında ısı transferini sağlayan sistemler olup üç ana grupta toplanabilir,

1. Yüzeyli tip ısı değiştirgeçleri
2. Karışımli tip ısı değiştirgeçleri
3. Rejeneratörler

Deney setinde kullanılan ısı değiştirgeci yüzeyli tip ısı değiştirgeci olduğundan dolayı deney föyünde sadece yüzeyli tip ısı değiştirgeçlerine değinilmiştir.

Isı değiştirgeçleri sanayinin hemen hemen bütün dallarında kullanılmakta olup özellikle ısıtma ve soğutma tesisleri, kuvvet makinaları ile santralleri, kimya tesisleri , makina ve kimya mühendisliğinin karışımı olan ısı işleme tekniğinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu sistemlere su ile soğutmalı motorlardaki radyatörler soğutma tesislerindeki kondenser ve buharlaştırıcılar örnek olarak verilebilir.

Yüzeyli Tip Isı Değıştirgeçleri

Yüzeyli tip ısı değıştirgeçlerinde her iki akışkan aynı anda birbirinden ayrı yüzeyleri yalıyarak geçer ve böylelikle ısı transferi sağlanmış olur.

Bu tip ısı değıştirgeçleri akış yönlerine göre ;

- a) Aynı yönlü paralel akım
 - b) Zıt yönlü paralel akım
 - c) Çapraz akım
 - d) Karışık akım
- olmak üzere dörde ayrılır.

Isı Değıştirgeçleri Isıl Hesaplamaları

Çevreye kaybedilen ısı ihmal edilirse sıcak akışkanın verdiği ısı soğuk akışkanın aldığı ısıya eşit olacaktır.

Buna göre akışkanın kazandığı ısı,

$$dQ_c = \dot{m}_c \cdot C_{pc} \cdot \Delta T_c \quad (1)$$

dQ_c : Birim zamanda kazanılan ısı (kJ/h)

m_c : Akışkanın kütleli debisi (kg/h)

C_{pc} : Akışkanın özgül ısısı (kJ/kgK)

ΔT_c : Sıcaklık farkı (K)

Buradaki su debisi,

$m_c = \text{Toplam su (m}^3\text{) / Toplam zaman (h)}$

Not: Akışkan özellikleri (ρ , k , C_p vb.) akışkan özellikleri ortalama sıcaklıkta alınacaktır.

$$T_m = \frac{T_g - T_c}{2}$$

T_g : Akışkanın girişteki sıcaklığı(°C)

T_c : Akışkanın çıkıştaki sıcaklığı(°C)

Sistem adyabatik kabul edilirse alınan ısı verilen ısıya eşit olacaktır. Çevreye kaybedilen ısı ihmal edildiğinden,

Sıcak suyun verdiği ısı (Q_h)= Soğuk suyun aldığı ısı (Q_c)

$$Q_h = m_h \cdot C_p \cdot \Delta T_h$$

Re sayısı ,

Sıcak su için,

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

V : Akışkan hızı (m/sn)

ν : Kinematik viskozite (m²/sn)

Soğuk su için su iki silindir duvar arasında aktığından D çapı yerine D_e eşdeğer çapı alınır.

$$D_e = \frac{D_2^2 - D_1^2}{D_1}$$

D_1 : İç çap

D_2 : Dış çap

Isı değiştirgecinde transfer edilen ısı miktarı ise;

$$dQ = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln} \quad (2)$$

Bu ifadede,

U : Toplam ısı transfer katsayısı (kJ/hm²K)

A : Toplam ısı transfer alanı (m²)

ΔT_{ln} : Logaritmik ortalama sıcaklık farkı (K)

Logaritmik ortalama sıcaklık farkı

$$\Delta T_{ln} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} \quad (3)$$

Toplam Isı Transfer Katsayısı

Isı değiştirgeci olarak kullanılan borulara göre hesaplamaları yapılırsa toplam ısı transfer katsayısı,

$$U = \frac{1}{\frac{1}{A_i \cdot h_i} + \frac{\ln(A_d/A_i)}{2\pi kL} + \frac{1}{A_d \cdot h_d}} \quad (4)$$

İfade,

A_i : Borunun iç alanı (m^2)

A_d : Borunun dış alanı (m^2)

h_i : Boru içindeki taşınım katsayısı (kJ/m^2hK)

h_d : Boru dışındaki taşınım katsayısı (kJ/m^2hK)

L : Boru uzunluğu (m)

olarak alınmıştır.

Çapraz ve karışık tip ısı değiştirgeçlerinde F düzeltme faktörü denklemler ve grafiklerden tespit edilerek ΔT_{ln} şöyle hesaplanır,

$$\Delta T_{ln} = F \cdot \Delta T_{lnk} \quad (5)$$

Bu ifade,

ΔT_{lnk} : Karşıt akım için Logaritmik ortalama sıcaklık farkıdır.

$$F = x^{0.6} \cdot \log y \quad (6)$$

Burada,

$$x = (T_{cg} - T_{c})/(T_{hç} - T_{hg}) \quad (7)$$

$$y = (T_{hç} - T_{hg})/(T_{cg} - T_{c}) \quad (8)$$

Burada,

$T_{c}$ = Soğuk akışkanın giriş sıcaklığı ($^{\circ}C$)

$T_{cç} = \text{Soğuk akışkanın çıkış sıcaklığı (}^{\circ}\text{C)}$

$T_{hg} = \text{Sıcak akışkanın giriş sıcaklığı (}^{\circ}\text{C)}$

$T_{hç} = \text{Sıcak akışkanın çıkış sıcaklığı (}^{\circ}\text{C)}$

Aynı zamanda F düzeltme faktörü grafikleri yardımıyla tespit edilebilir.

Isı Değiştirgeçlerinde Etkinlik

Isı değiştirgeci etkinliği ε ,

$$\varepsilon = \frac{\text{Gerçek Isı Transfer Miktarı}}{\text{Mümkün Olan Maksimum Isı Transfer Miktarı}}$$

olarak ifade edilir.

Gerçek ısı transferi sıcak akışkanın kaybettiği ısı veya soğuk akışkanın kazandığı ısı olarak hesaplanır. Bu ısı paralel akışlı değiştirgeç için ;

$$Q = (m \cdot c_p)_c \cdot (T_{cç} - T_{cg}) = (m \cdot c_p)_h \cdot (T_{hg} - T_{hç}) \quad (9)$$

Zıt akışlı değiştirgeç için ise,

$$Q = (m \cdot c_p)_c \cdot (T_{cç} - T_{cg}) = (m \cdot c_p)_h \cdot (T_{hç} - T_{hg}) \quad (10)$$

Isı transferinin maksimum olabilmesi için akışkanlardan birindeki giriş çıkış sıcaklık farkı değiştirgeçteki bu yüksek sıcaklık farkına yani sıcak ve soğuk akışkanların girişteki sıcaklık farkına eşit olmalıdır. Buna göre maksimum ısı transferi,

$$Q_{\max} = (m \cdot c_p)_{\min} \cdot (T_{hg} - T_{cg}) \quad (11)$$

minumum akışkan sıcak veya soğuk akışkan olabilir.

Paralel Akışlı Isı Değiştirgeçleri İçin Etkinlik

a) Sıcak akışkan minumum ise,

$$\varepsilon = \frac{(m \cdot c_p)_h \cdot (T_{hg} - T_{hç})}{(m \cdot c_p)_h \cdot (T_{hg} - T_{cg})} = \frac{(T_{hg} - T_{hç})}{(T_{hg} - T_{cg})} \quad (12)$$

b) Soğuk akışkan minumum ise,

$$\varepsilon = \frac{(m \cdot c_p)_c \cdot (T_{cç} - T_{cg})}{(m \cdot c_p)_c \cdot (T_{hg} - T_{cg})} = \frac{(T_{cç} - T_{cg})}{(T_{hg} - T_{cg})} \quad (13)$$

Zıt akışlı Isı Değiştirgeci İçin Etkinlik

a) Sıcak akışkan minumum ise,

$$\varepsilon = \frac{(T_{hg} - T_{hç})}{(T_{hg} - T_{cg})} \quad (14)$$

b) Soğuk akışkan minumum ise,

$$\varepsilon = \frac{(T_{cg} - T_{cç})}{(T_{hg} - T_{cg})} \quad (15)$$

Etkinlik kavramının faydalı olabilmesi için değiştirgecin yüzey alanı ile toplam ısı transfer katsayısına bağlanması gerekmektedir.

$$(m \cdot c_p)_{\min} = C_{\min}$$

$$(m \cdot c_p)_{\max} = C_{\max}$$

olarak gösterilirse,

a) Paralel akışlı ısı değiştirgeci için etkinlik

$$\varepsilon = \frac{1 - \exp \left[(1 - UA / C_{\min}) \cdot (1 + C_{\min} / C_{\max}) \right]}{\left[(1 + C_{\min} / C_{\max}) \right]} \quad (16)$$

b) Zıt akışlı ısı değiştirgeci için etkinlik

$$\varepsilon = \frac{1 - \exp \left[(-UA / C_{\min}) \cdot (1 + C_{\min} / C_{\max}) \right]}{\left[(1 - C_{\min} / C_{\max}) \cdot \exp \left[(1 - UA / C_{\min}) \cdot (1 - C_{\min} / C_{\max}) \right] \right]} \quad (17)$$

Deney Seti

Deney seti aynı yönlü paralel akım, zıt yönlü paralel akım ve karışık akımlı ısı değiştirgeci üzerinde bulunduran bir komple ısı değiştirgeci tesisatını içermektedir. Aynı yönlü paralel akım, zıt yönlü paralel akımlı ısı değiştirgeci iç içe iki borudan meydana gelmiş olup, dıştaki borudan geçen soğuk su içteki borudan akan sıcak su tarafından ısıtılmaktadır. Karışık akımda ise iki geçişli sistem kullanılmaktadır. Su yönleri vanalar aracılığıyla değiştirilerek değişik akımlı ısı değiştirgeçlerine sıcak ve soğuk su gönderilmektedir. Soğuk su şehir şebekesinden alınmaktadır. Sıcak su ise şehir şebeke suyunun üç farklı sıcaklık değerinde ısıtılmasıyla elde edilmektedir. Isı değiştirgecinden

ıkan su dışarıya tahliye edilmiştir. lme bölgesi giriş ve çıkışındaki su sıcaklıklarını bulmak için 6 adet civalı termometreden faydalanılmıştır. Su debisini ölçmek için bir kap ve kronometre kullanılmıştır.

Akış direnci ile ilgili ölçümde kullanılan ve boru boyunca basınç kaybı ve çıkış kesitlerindeki statik basıncı ölçmek için giriş ve çıkışta iki basınç prizi mevcut olup U tipi manometreye bağlanmıştır.

Deney sırası

1. Soğuk su musluğunu açınız ve istenilen debi ayarını yapınız.
2. Sıcak su musluğunu açınız ve uygun debiyi ayarlayınız.
3. Elektrikli ısıtıcıyı açınız ve istenilen su sıcaklığına ayarlayınız.
4. Aynı yönlü paralel akışa göre ayarlayınız.
5. Sıcaklıkları , basınç düşüşlerini ve debileri belirleyiniz.
6. Deneyi değişik giriş sıcaklıkları ve debileri için tekrar ediniz.
7. Benzer olarak deneyi zıt yönlü paralel akım ve karışık akım için yapınız.

İstenenler

1. Deneyin amacı ve deney tesisatını kısaca tanıttın.
2. Tesisatın şemasını izin.
3. Hesaplamalar kısmında verilen teorik bilgi ve deney sonuçlarına göre tabloda belirtilen değerleri hesaplayınız.
4. Elde edilen sonuçlardan hareketle $Nu/Pr^{0.4} = A \cdot Re^B$ gibi bir ifadeyle deney sonuçlarını genelleştiriniz (A ve B katsayılarının tayin edilmesi).
5. Değişik şartlar için Etkinlik değerlerini tesbit ediniz..

[illegible]

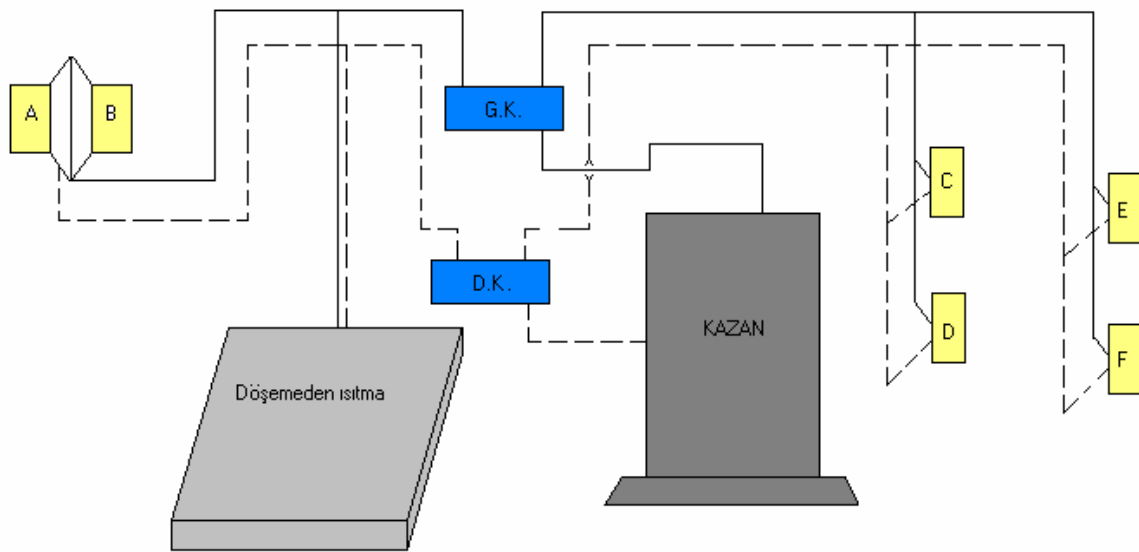
Hesaplanan büyüklükler	Birim	1	2	3	4	5
Soğuk su debisi	kg/h					
Suyun aldığı ısı	kJ/h					
Sıcak su debisi	kg/h					
Sıcak su için Re sayısı						
Soğuk su için Re sayısı						
Logaritmik ortalama sıcaklık farkı(ΔT_{ln})	°C					
Toplam ısı transfer katsayısı	kJ/m ² hK					
Soğuk suyun Nu sayısı						
Sıcak suyun Nu sayısı						
Aynı yönlü paralel akım için etkinlik değeri						
Zıt yönlü paralel akım için etkinlik değeri						
Karışık akım için etkinlik değeri						

Deneyin Amacı:

Kat kaloriferinin çalışma prensibinin öğrenilmesi ve ısı taşınım katsayısının tespit edilmesi.

Deney Setinin Tanıtımı:

Deney seti bir kalorifer kazanı, 6 adet radyatör ve döşemeden ısıtma sisteminden oluşmaktadır. Radyatörlerin yüzey ısıtma alanları farklı büyüklüktedir. Radyatörlerin giriş ve çıkış bağlantılarına termometreler yerleştirilerek, akışkanın radyatöre giriş ve çıkış sıcaklıkları tespit edilmektedir.

**Hesaplama yöntemi:**

Boruya giren ve borudan çıkan akışkanın ısı akışı,

$$Q = \dot{m} c_p (T_g - T_ç) \quad (1)$$

akışkanın kütleli debisi,

$$\dot{m} = A \cdot c \cdot \rho \quad (2)$$

olduğundan (1) numaralı eşitlik

$$\dot{Q} = A \cdot c \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_g - T_{\varphi}) \quad (3)$$

şeklını alır. Akışkanın içinden geçtiğı borunun alanı,

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (4)$$

dır. Burada

$$D=0.0127\text{m}$$

$$A=0.00012 \text{ m}^2$$

$$c=0.0085 \text{ m/sn}=30.6 \text{ m/h}$$

$$c_p=1.02 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$T_o = 20 \text{ }^\circ\text{C (Ortam sıcaklığı)}$$

değerlerini almaktadır.

Radyatör yüzeyinden taşınımıyla olan ısı geçişi,

$$Q_R = kF(T_m - T_{\text{ortam}})$$

ile ifade edilmektedir.Burada,

k: ısı geçiş katsayısı (kcal/h m²°C)

F: Radyatörün yüzey alanı (m²)

T_m: Ortalama akışkan sıcaklığı (°C)

Radyatör yüzeyinden olan ısı geçişinin boru içinde olan ısı geçişine eşit olduğu kabul edilerek, ısı geçiş katsayısı hesaplanır.