



T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

BÖLÜMÜ

ISI TRANSFER LABORATUVARI

SUDAN SUYA TÜRBÜLANSLI AKIŞ ISI

DEĞİŞTİRİCİSİ

1. DENEYİN AMACI:

Bir ısı değıştiricide aynı ve zıt türbölanslı akış koşullarında ısı transfer miktarının, logaritmik ortalama sıcaklık farkının, toplam ısı transfer katsayısının ve ısı değıştiricinin etkinliğinin farklı akışkan debilerinde değışiminin incelenmesi

2. TEORİ:

Mühendislik uygulamalarının en önemli ve en çok karşılaşılan işlemlerinden biri, farklı sıcaklıklardaki iki veya daha fazla akışkan arasındaki ısı değışimidir. Bu değışimin yapıldığı cihazlar, ısı değıştirici ve eşanjör olarak adlandırılmakta olup pratikte termik santrallerde, ısıtma, iklimlendirme, soğutma tesisatlarında, taşıtlarda, elektronik cihazlarda, alternatif enerji kaynaklarının kullanımında ısı depolanması vb. birçok yerde bulunabilmektedir. Isı değıştiricileri birçok şekilde sınıflandırılabilir. Akış şekillerine göre ısı değıştiricileri: Paralel Akımlı, Zıt Akımlı, Çapraz Akımlı.

Isı değıştiricilerin çözümlemesinde iki yöntem vardır: 1. Logaritmik ortalama sıcaklık farkı yöntemi (Log mean temperature difference method, LMTD): Isı değıştirici seçiminde çok iyi sonuç verir. 2. ε-NTU yöntemi, Isı transfer ünite sayısı (Effectiveness-Number of transfer unit): Çıkış sıcaklıklarının tahmininde çok iyi sonuç verir. Isı değıştiricilerde bu yöntemleri kullanırken bazı kabuller yapmak gerekir. Bu kabuller: kararlı akış koşulları; her bir akışkanın kütleli akış hızı sabit olduğu; akışkan özellikleri (giriş ve çıkış için değışmemekte); her bir akışkanın Cp değeri sabittir (belirli bir sıcaklık aralığı için); kinetik ve potansiyel enerji değışimleri ihmal edilebilir; boru boyunca eksenel yönde ısı iletimi ihmal edilebilir; ısı değıştiricinin dış yüzeyi mükemmel izolasyona sahip (ortama herhangi bir ısı kaybı yok); tüm ısı transferi yalnızca iki sıvı arasında gerçekleşmektedir.

Bir ısı değıştirici genellikle katı duvarla ayrılmış iki akışkanın akışını içerir. Isı önce sıcak akışkandan duvara taşınım ile, duvarda iletim ile ve duvardan soğuk akışkana yine taşınım ile transfer edilir. Işınım etkileri genellikle taşınım ısı transferi katsayılarına dâhil edilir. Isı değıştiricilerin taşınım ile ısı transferini etkileyen pek çok etken, teorik çözümü imkânsız kılar. Bununla birlikte deney araştırmaları ile birlikte boyut analizleri bu konudaki sorunların kolaylıkla çözümüne imkân verir. Genelde kullanılan bağıntılar $Nu=f(Re,Pr,Gr)$. Zorlanmış taşınımda önemsiz etkenler (Gr) ihmal edilebilir. Türbölanslı akışta, düzgün kesitli kanallarda en iyi bilinen bağıntı; $Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^n$ (akışkanın ısıtılmasında $n=0.4$ ve soğutulmasında 0.3).

İki akışkan arasındaki sıcaklık farkı girişte ΔT_1 'den çıkışta ΔT_2 'ye kadar azalır. Dolayısıyla, ortalama sıcaklık farkı olarak $\Delta T_{ort} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2}{2}$ aritmetik ortalama sıcaklığını kullanmak cazip gelebilir. Isı değıştirici boyunca

akışkanların gerçek sıcaklık profilleri izlenerek elde edilen ΔT_{lm} logaritmik ortalama sıcaklık farkı, sıcak ve soğuk akışkanlar arasındaki ortalama sıcaklık farkının tam ifadesidir. Bu gerçekten yerel sıcaklık farkının üstel azalmasını yansıtır. Akışkanın iki akışı arasındaki ortalama logaritmik sıcaklık farkı;

$$\Delta T_{lm} = \frac{(T_{h,giriş} - T_{c,çıkış}) - (T_{h,çıkış} - T_{c,giriş})}{\ln[(T_{h,giriş} - T_{c,çıkış})/(T_{h,çıkış} - T_{c,giriş})]}$$

$$\dot{Q} = UA_s \Delta T_{lm}$$

Sıcak akışkandan olan ısı transfer miktarının soğuk akışkana olan ısı transfer miktarına eşit olması gerekir;

$$\dot{Q} = \dot{m}_{soğuk} c_p (T_{c,çıkış} - T_{c,giriş})$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{sıcak} c_p (T_{h,giriş} - T_{h,çıkış})$$

Burada soğuk ve sıcak akışkandaki ısı transfer miktarının teoride aynı olması beklenirken pratikte gözlem veya ölçüm cihazı hatasından, sistemin dengeye ulaşması için yeterince beklenmemesinden veya odadaki ısı kayıplarından dolayı aynı olmaması normal karşılanır.

Borunun iç yüzeyi ve sıcak akışkan arasındaki yüzey ısı transfer katsayısı;

$$h_i = \frac{\dot{Q}}{A_i \Delta T_{ln}}$$

Borunun dış yüzeyi ve soğuk akışkan arasındaki yüzey ısı transfer katsayısı;

$$h_o = \frac{\dot{Q}}{A_o \Delta T_{ln}}$$

Sıcak ve soğuk akışkanların giriş çıkış sıcaklıkları ve kütle debileri belliyse belirli çıkış sıcaklıklarını gerçekleştirecek ısı değiştiricinin boyutunu bulmak için ortalama logaritmik sıcaklık farkı yöntemi çok uygundur. Isı değiştiricinin tipi ve boyutu belirli ise ısı transfer miktarının ve belirli kütle debileri ve giriş sıcaklıkları için sıcak ve soğuk akışkanların çıkış sıcaklıklarının bulunması için en kolay ve uygun yöntem etkinlik-NTU yöntemidir. Bu yöntem aynı zamanda ısı değiştiricisinin performansını da belirler.

Isı transfer etkinliği ε olarak tanımlanan bir boyutsuz parametreye dayanan yöntem şöyle tanımlanır;

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{Q_{maks}} = \frac{\text{Gerçek ısı transfer miktarı}}{\text{Olabilecek en yüksek ısı transfer miktarı}}$$

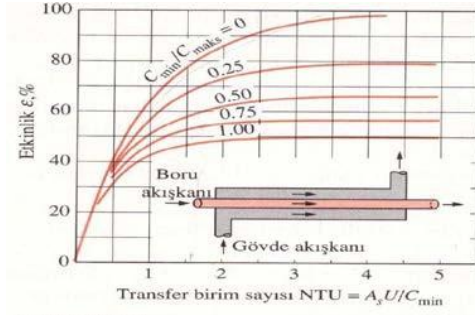
$$C_{soğuk} = \dot{m}_{soğuk} c_{p,soğuk}$$

$$C_{sıcak} = \dot{m}_{sıcak} c_{p,sıcak}$$

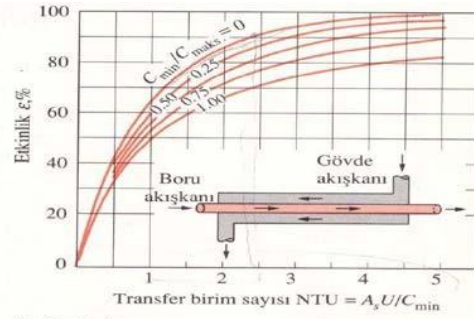
$$Q_{maks} = C_{min} (T_{h,giriş} - T_{c,giriş})$$

Isı değiştiricisinin etkinlik bağıntıları;

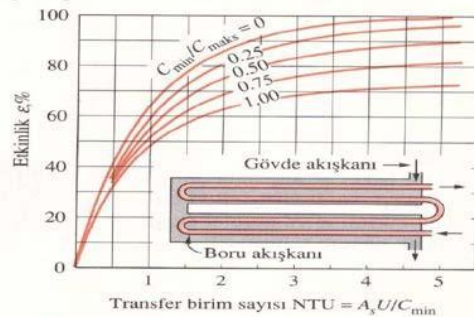
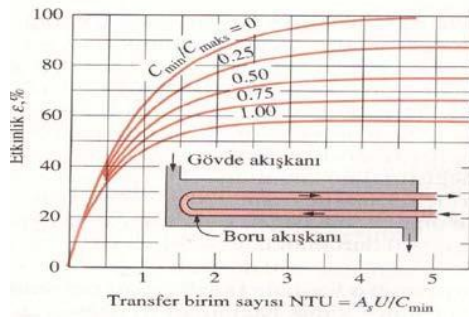
$$NTU = \frac{UA_s}{C_{min}}$$



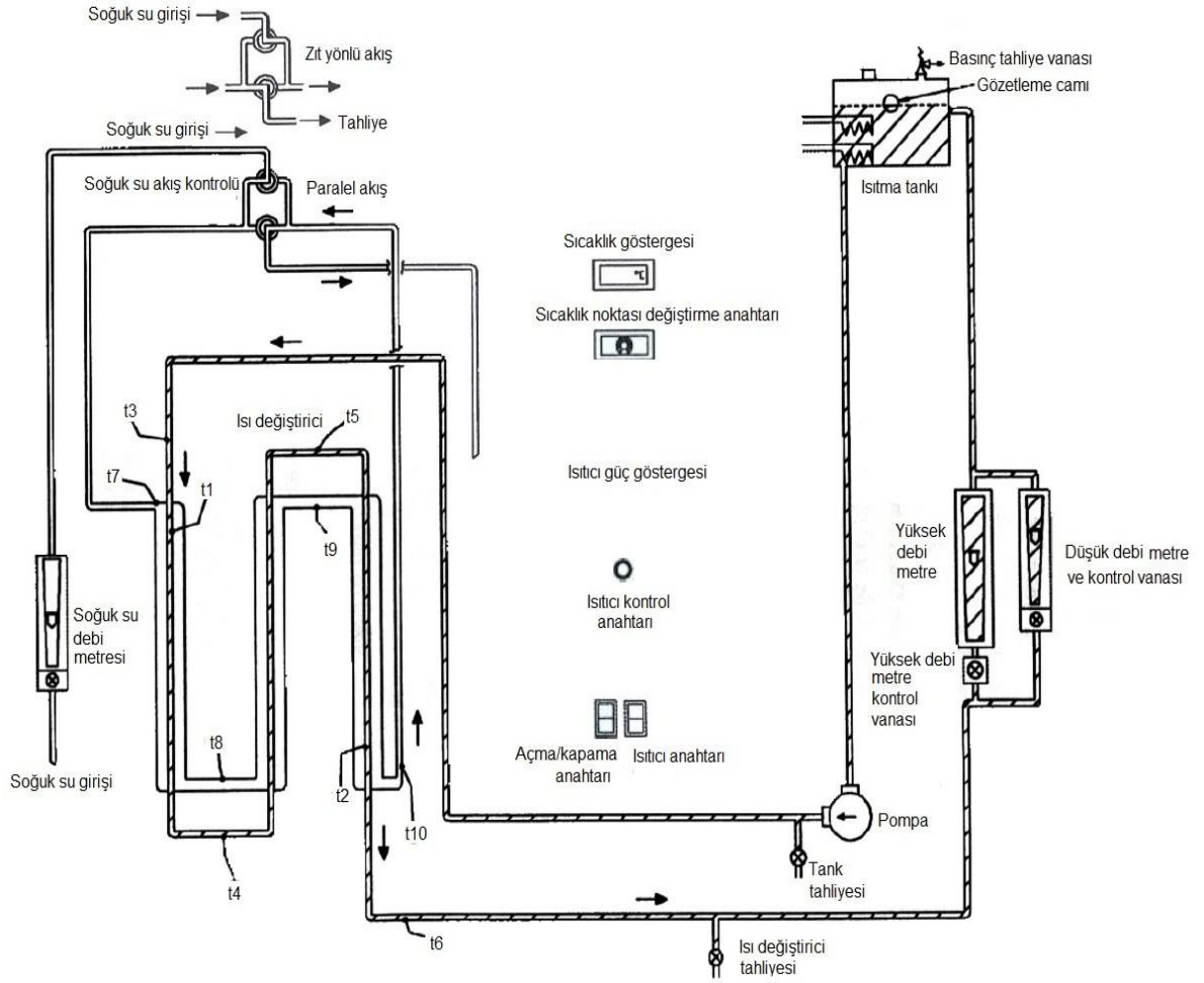
(a) Paralel akış



(b) Karşıt akış



3. DENEY DÜZENİĞİ:



Cihaz boyutları

Ana (iç) Boru

Malzeme=Bakır

Dış çap (d_o) = 9.5mm

İç çap (d_i) = 7.9mm

Etkin uzunluk = 3 x 350mm

Dış ısı transfer alanı A_o = 0.031m²

İç ısı transfer alanı A_i = 0.0261m²

Ortalama ısı transfer alanı A_m = 0.0288m²

Akış alanı S_i = 49 x 10⁻⁶ m²

Dış Boru

Malzeme=Bakır

Dış çap = 12.7mm

İç çap = 11.1mm

Dairesel halka akış alanı S_o = 25.9 x 10⁻⁶ m²

Suyun özgül ısı kapasitesi

C_p = 4.18 kJ kg⁻¹ K⁻¹ at 40°C

4.22 kJ kg⁻¹ K⁻¹ at 100°C



4. DENEYİN YAPILIŞI:

- Cihazı üzerinde bulunan aynı yönlü ve zıt akış yönlü ayarlama kolunu kullanarak istenilen akış düzenine getiriniz.
- Şebekeye bağlı su kaynağını ve soğuk su debimetresini istenilen debiye getirerek açınız. Cihaz elektrik bağlantısını yaparak ana elektrik düğmesini çalıştırınız.
- Sıcak su sıcaklığı istenilen değere ulaştığında ($t_3 = 75 - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$) yüksek veya düşük akış kontrol vanasını istenen su akış debisine ayarlayınız.
- Sistemin belirlenen debide dengeye gelmesi için bir süre bekleyip daha sonra sıcaklık değerlerini aşağıdaki tabloyu kullanarak not ediniz.
- İstenilen farklı debiler için yukarıdaki adımları tekrarlayın.

	Aynı Yönlü Akış		Zıt Yönlü Akış	
Sıcak su debisi (l/dk)				
Soğuk su debisi (kg/s)				
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				

5. HESAPLAMALAR:

- Isı değiştiricide içteki ve dıştaki boruların taşınım ısı transfer katsayılarını (h_i ve h_o) hesaplayınız.
- Isı değiştiricide sıcak akışkandan soğuk akışkana olan ısı transfer miktarını, logaritmik ortalama sıcaklık farkını, toplam ısı transfer katsayısını hesaplayınız.
- Logaritmik ortalama sıcaklık farkı yöntemini kullanarak ısı değiştiricinin gerekli uzunluğunu ve sıcak ve soğuk suyun giriş sıcaklıklarını hesaplayarak ölçülen değerlerle kıyaslayınız.
- Etkinlik NTU yöntemini kullanarak ısı değiştiricisinin etkinliğini hesaplayınız.
- Aynı yönlü veya zıt yönlü akış için sadece bir deneyde aldığınız sıcaklık değerlerini kullanarak sıcak akışkan ve soğuk akışkanın sıcaklık değişimi grafiğini çizin ve yorumlayınız.

Not: Hesaplamaları yaparken kullanacağınız gerekli sabitleri ve tabloları Isı Transferi kitaplarından alınız.