



T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

BÖLÜMÜ

ISI LABORATUVARI

DOĞAL VE ZORLANMIŞ TAŞINIM

DENEY FÖYÜ

1. DENEYİN AMACI

Doğal ve zorlanmış taşınım deneylerinden elde edilmek istenenler ise şu şekilde sıralanabilir:

- Doğal taşınım ile ısı geçişinde, ısı akım şiddeti ile ısıtıcı yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkinin belirlenmesi,
- Zorlanmış taşınım ile ısı geçişinde ısı akım şiddeti ile ısıtıcı yüzey sıcaklığı ve akış hızı arasındaki ilişkinin belirlenmesi,
- Isı geçişini iyileştirmede kanatçıkların etkisinin gösterilmesi ve
- Kanatçıklı ısıtıcılarda kanatçıklar boyunca sıcaklık dağılımının incelenmesidir.

2. TEORİ

Endüstride kullanılan birçok ısı değiştiricisi ve benzeri cihazda ısı geçiş mekanizması olarak ısı iletimi ve taşınım beraberce görülür. Isı aktarımında çoğu zaman taşınım ana mekanizma olarak ön plana çıkar ve taşınım ile ısı geçişi, doğal taşınım ya da zorlanmış taşınım şeklinde olabilir. Taşınım ile ısı geçişinde bilinmesi gereken en önemli parametre ısı taşınım katsayısıdır. Hatta çoğu zaman taşınım problemi denilince akla ısı taşınım katsayısının belirlenmesi gelir. Gaz veya sıvı haldeki akışkanlar katı bir cismin yüzeyinde akarken, akışkan ile katı cismin yüzeyinin sıcaklıklarının farklı olmasından dolayı meydana gelen enerji alışverişine ısı taşınımı denir. Isı taşınımı Newton'un Soğuma Kanunu ile ifade edilir:

$$Q = h A (T_y - T_{\infty})$$

Bu denklemde;

Q : Taşınım ile transfer edilen ısı miktarı (W)

h : Isı taşınım katsayısı (W/m²°C)

A : Isının transfer edildiği alan (m²)

T_y : Yüzey sıcaklığı (°C)

T_∞ : Akışkan sıcaklığı (°C)

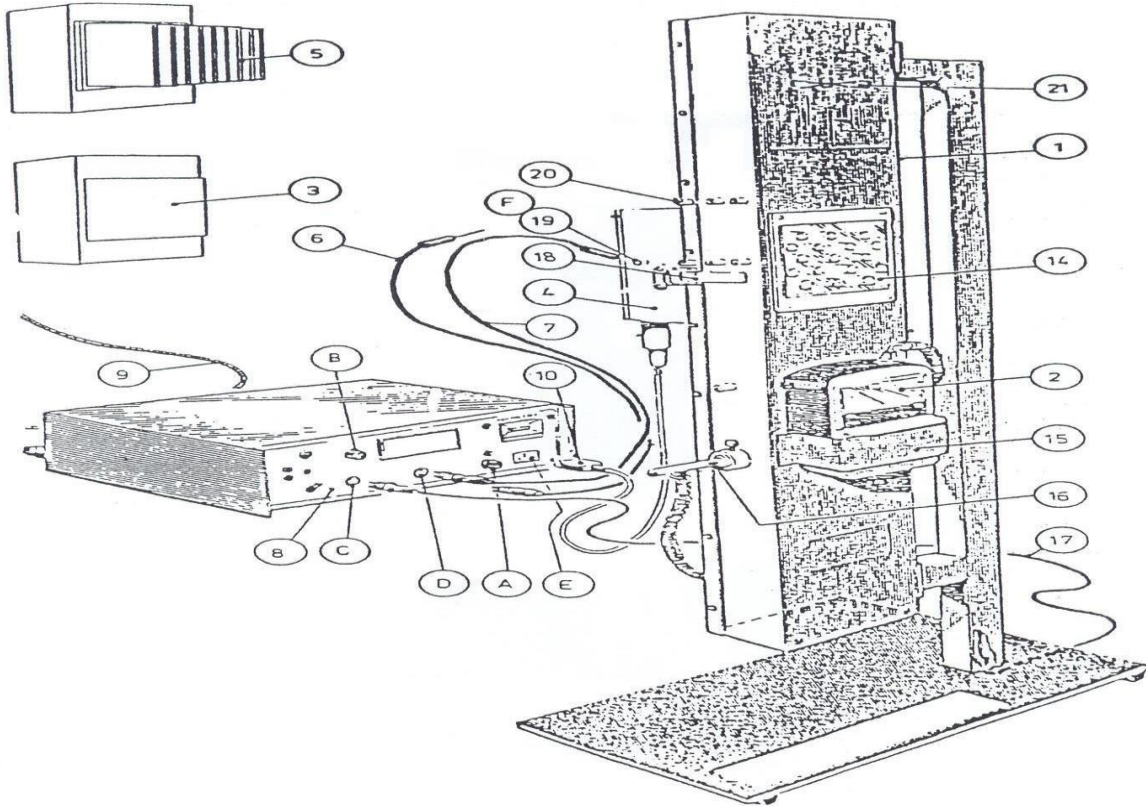
ifade etmektedir.

Isı taşınımı olayı, akışkanın hareket şekline göre doğal ve zorlanmış taşınım olarak iki grupta incelenmektedir. Akışkanın hareketi dışarıdan bir enerji verilmesiyle (hava akımının vantilatör, su akışının pompa vb. vasıtasıyla) sağlanıyorsa ısı taşınımı, zorlanmış ısı taşınımı adını alır. Eğer akışkanın hareketi (bir ısıtıcıyla temas eden havanın yükselmesi vb.) sıcaklık farkı neticesinde değişen yoğunluk vasıtasıyla meydana geliyorsa taşınım, doğal taşınım adını alır. Doğal taşınımındaki ısı taşınım katsayısı, zorlanmış taşınımındaki ısı taşınım katsayısına göre daha küçüktür.

4. DENEY DÜZENEGİ

Isı Taşınımı Deney Düzenegi, üzerinde bulunan düşey bir hava kanalı ve bu kanala yerleştirilebilen düz levha ve kanatçıklı levhalar şeklindeki ısıtıcı elemanlar yardımıyla havaya taşınım ısı geçişinin incelenmesine imkân veren bir düzenektir. Deney düzenegi, düşey kanal üzerine yerleştirilebilen, her birisi elektriksel ısıtmalı; birisi düzlemsel levha, birisi silindirik kanatçıklı (soğutma yüzeyi pimli) levha ve diğeri de düz kanatçıklı (soğutma yüzeyleri kanatlı) levha şeklinde olmak üzere üç ısı değıştirici ile donatılmıştır. Düzenekte levha ve kanatçık sıcaklıklarının yanı sıra havanın kanaldaki ortalama hızı ve sıcaklığı da ölçülebilmektedir. Bu ölçümler yardımıyla ısı değıştiricileri için ısı taşınım katsayıları belirlenebilmektedir. Zorlanmış taşınım deneylerinin gerçekleştirilmesi için düşey kanalın çıkışına bir fan yerleştirilmiştir.

Düzenekte kanaldan bağımsız olarak; sıcaklık ölçümleri, güç kontrolü ve fan hızının kontrolünün sağlandığı bir konsol mevcuttur. Sıcaklık ölçümü bir direnç termometresi probu yardımıyla 0.1 °C hassasiyetle sağlanabilmekte ve sıcaklık konsol üzerindeki dijital göstergeden doğrudan okunabilmektedir. Kanaldaki hava hızının kontrolü, kanal üzerine monte edilebilen dijital göstergeli bir anemometre ile sağlanmaktadır. Konsol üzerindeki güç kontrol ünitesi, ısıtıcı gücünün 0 ile 100 Watt arasında istenilen değere ayarlanmasına ve göstergeden doğrudan okunabilmesine imkân verecek şekildedir.



Şekil 1. Doğal ve zorlanmış taşınım deney düzenegi

Şekil 1’ de gösterilmiş olan deney düzenegi esas itibariyle dikdörtgen kesitli bir kanaldan (1) oluşmaktadır. Bu kanal bir tabla üzerine yerleştirilmiş durumdadır. Kanal üzerinde düzlemsel levha (3), silindirik kanatçıklı levha (4) veya düz kanatçıklı levhanın (5) yerleştirilebildiği ve (18) no ile gösterilen kelepçeler

yardımla kolayca tutturulup ayrılabilirdi kısım mevcuttur. Her bir ısı değiştirici üzerinde termostatik korumalı bir ısıtıcı bulunmaktadır. Isı değiştiricilerin yüzey sıcaklıkları (19) nolu termistör (direnç termometresi) probu ile ölçölmekte ve ölçüm probu ile konsol üzerindeki gösterge arasındaki bağlantı (7) nolu kablo ile sağlanmaktadır. Kanal çıkışında yer alan ve (21) numara ile gösterilen fan, hızı ayarlanabilir bir fandır.

Kanaldaki akış ister doğal akış olsun isterse zorlanmış akış olsun; kanaldaki hava hızı, kanal üzerindeki (15) nolu cebe yerleştirilebilen ve kendisi (2) ile gösterilen anemometre ile ölçölölebilmektedir. Anometrenin (16) ile gösterilen probu kanal üzerinde bulunan girişe yerleştirilerek hız ölçölümü gerçekteştirilmektedir.

şekilde (6) numara ile gösterilen termistor probu ile hem hava giriş-çıkış sıcaklıkları hem de ısı değiştirici kanatçıklarının yüzey sıcaklıkları ölçölölebilmektedir. Bu ölçölümler (20) numara ile gösterilen girişlere probun yerleştirilmesi suretiyle yapılmaktadır.

şekilde (8) numara ile gösterilen elektrik konsolu, dijital bir göstergeye de sahip olan bir güç kontrol elemanı içermektedir. Bu eleman üzerinden (10) numaralı kablo yardımla, denenmekte olan ısı değiştiriciye istenilen güçte elektrik enerjisi verilir. (17) numaralı kablo, konsoldan değişken olarak gerilimi ayarlanabilen doğru akımın fana iletilmesini sağlar. (6) numara ile gösterilen esnek kablo, termistor probu ile konsol üzerindeki dijital sıcaklık göstergesi arasındaki bağlantıyı sağlar. Konsolun arka tarafına bağlantılı olan (9) numaralı kablo ise şebekeden üniteye güç girişini sağlamakta kullanılır.

5. DENEYİN YAPILIşI

Deneylerde ölçölümler, ısıtıcı gücünün belli bir değere ayarlanmasından sonra sistem sürekli rejim haline eriştiğinde alınmalıdır. Özellikle düzlemsel levha ile deney yapılırken, ısı atalet ve düşük ısı taşıyım katsayıları nedeniyle kararlı hale erişilmesi oldukça zaman alıcı olabilir. Bunun için genel olarak deneylerde aşağıdaki yolun izlenmesi kararlı hale erişme süresinin kısaltılması bakımından önemlidir.

1- Çevre sıcaklığını (T_A) ölçerek kaydediniz.

2- Fan hızını ayarlayınız (zorlanmış taşıyım için) ve hızı kaydediniz.

3- Isıtıcı gücünü wattmetre 80-90 watt değeri göstererek şekilde ayarlayınız.

4- Isıtıcı sıcaklığını (T_H) dijital termometreden izleyiniz ve bu sıcaklık 45 °C' ye eriştiği zaman ısıtıcı gücünü sıfırlayınız. Bu şekilde ısıtıcı yüzey sıcaklığı 50 °C civarında iken sıcaklık değişiminin sıfıra indiği gözlenecektir.

5- Isıtıcı kontrolünü dikkatlice, 50 °C civarında sabit kalacak şekilde ayarladıktan sonra güç girişini (W) ve ısıtıcı yüzey sıcaklığını T_H (°C) kaydediniz.

6- Bu işlemlere yüzey sıcaklığını belli aralıklarla artırarak 90 °C' ye erişinceye kadar devam ediniz.

5.1. Doğal taşınımda yüzey sıcaklığı ve giriş gücü arasındaki ilişkinin gösterilmesi

Kanatlı ısı değiştiricisini deney kanalına yerleştiriniz. Çevre sıcaklığını (T_A) kaydediniz. Isı güç kontrolünü 20 Watt'a ayarlayınız. Dengeli sıcaklık koşullarına erişinceye kadar bekleyin ve ısınan plakanın sıcaklığını (T_H) not ediniz. Bu işlemler 20,40 ve 50 Watt için tekrarlayınız.

$$(1) \quad Nu = \frac{h \cdot x}{k_{air}} \quad Ra_L = Gr_L \cdot Pr \quad Nu = C Ra_L^n$$

Sonuçlar: Çevre sıcaklığı (T_A) =°C

Giriş Gücü (W)	Isıtıcı Sıcaklığı (T_H , °C)	$T_H - T_A$ (°C)
20		
40		
50		

5.2. Zorlanmış taşınımda yüzey sıcaklığı ve giriş gücü arasındaki ilişkinin gösterilmesi

Kanatlı düşey plakayı deney kanalına yerleştiriniz. Çevre sıcaklığını (T_A) kaydediniz. Isıtıcının güç kontrolünü 50 Watt'a ve fan hızını anemometrede 1.kademe değer okunacak şekilde ayarlayınız. Dengeli çalışma koşullarına erişinceye kadar bekleyin ve ısınan plakanın sıcaklığını (T_H) not ediniz. Bu işlemleri 2.kademe ve 3.kademe hızlar için tekrarlayınız.

$$(2) \quad \text{Düşey plaka için Re: 4000-15000 arasındır.} \quad Nu = 0.228 Re^{0.731} P \cdot \Gamma^{1/3} \quad Nu = \frac{h \cdot x}{k_{air}}$$

Sonuçlar:

- Çevre sıcaklığı (T_A) =°C
- Giriş gücü =Watt

Hava Hızı (Fan)	Isıtıcı Sıcaklığı (T_H , °C)	$T_H - T_A$ (°C)
1.kademe		
2.kademe		
3.kademe		

5.3. Genişletilmiş yüzeylerde ısı taşınımının geliştirildiğinin ve sıcaklık dağılımının gösterilmesi

Düz plakalı kanadı deney kanalına yerleştiriniz. Çevre sıcaklığını (T_A) kaydediniz. Isıtıcının güç kontrolünü 75 Watt'a ayarlayınız. Sıcaklığın 80 °C'ye çıkması için bekleyiniz. Düzgün okuma değerlerini elde etmek için ısıtıcı gücünü 50 Watt'a ayarlayınız ve ısınan plakanın sıcaklığını (T_H) not ediniz. Anonemetreyi kullanarak fan hızını 1.kademe'ye ayarlayınız. Düz plakayı kanatlı plaka ile değıştirerek işlemi tekrarlayınız. Kanatlı plakayı pimli plaka ile değıştirerek işlemleri yine tekrarlayınız.

Düzen	Re_D aralığı	Bağıntı
Sıralı	0–100	$Nu_D = 0.9 Re_D^{0.4} Pr^{0.36} (Pr/Pr_s)^{0.25}$
	100–1000	$Nu_D = 0.52 Re_D^{0.5} Pr^{0.36} (Pr/Pr_s)^{0.25}$
	1000– 2×10^5	$Nu_D = 0.27 Re_D^{0.63} Pr^{0.36} (Pr/Pr_s)^{0.25}$
	2×10^5 – 2×10^6	$Nu_D = 0.033 Re_D^{0.8} Pr^{0.4} (Pr/Pr_s)^{0.25}$

(T_A) =°C

DÜZ PLAKA		
Hava Hızı (Fan)	Isıtıcı Sıcaklığı (T_H , °C)	$T_H - T_A$ (°C)
1.kademe		
2.kademe		
3.kademe		

PİMLİ PLAKA		
Hava Hızı (Fan)	Isıtıcı Sıcaklığı (T_H , °C)	$T_H - T_A$ (°C)
1.kademe		
2.kademe		
3.kademe		

6. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

1. Yüzey sıcaklığına karşılık gelen güç grafiği çiziniz.
2. Yüzey sıcaklığına karşılık gelen hava hızının grafiği çiziniz
3. Her plaka için sıcaklık hız grafiği çiziniz.
4. 5.1’de 1 no’lu denklemin sonucuyla 5.2’de 2 no’lu deneyin sonucunu ayrı ayrı karşılaştırıp yorumlayınız.

